

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-207622  
(43)Date of publication of application : 12.08.1997

(51)Int.Cl.

B60K 31/00  
B60K 41/18  
B60L 11/12  
F02B 61/00  
F02D 29/02  
F02D 29/02

(21)Application number : 08-212030  
(22)Date of filing : 22.07.1996

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP  
(72)Inventor : TAKAOKA TOSHIBUMI  
SUGA YASUSHI

(30)Priority

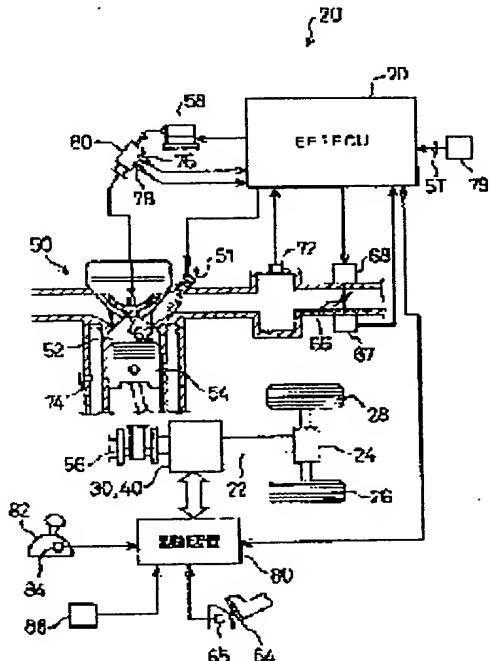
Priority number : 07337902      Priority date : 30.11.1995      Priority country : JP

**(54) CONTROL METHOD FOR CONSTANT SPEED DRIVING DEVICE AND AUTOMOBILE CONSTANT SPEED RUN DEVICE AS WELL AS POWER OUTPUT DEVICE**

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To keep the speed of a vehicle and the number of rotation of a driving shaft stably constant.

**SOLUTION:** A power output device 20 mounted on a vehicle consists of an engine 50, a clutch motor 30, an assistant motor 40, a controller 80 and a battery 94. Both motors 30, 40 are controlled by the controller 80 to transmit energy output from the engine 50 to a driving shaft 22. When there is a deviation between the speed of the vehicle detected by a speed sensor and a targeted speed, output energy  $P_d$  from the engine 40 is increased only equivalent to energy calculated in accordance with the deviation and the torque of the assistant motor 40 is increased only equivalent to such incremental energy. The increase of the energy of the engine 50 is so poor in response as to take a time but, in the meantime, the energy required for the increase of tone torque of the assistant motor 40 is covered by discharge from the battery, so that the deviation is quickly cancelled to keep the speed of the vehicle as targeted.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

BEST AVAILABLE COPY

[Patent number] 3374321  
[Date of registration] 29.11.2002  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1] The prime mover which is the CSD which carries out the rotation drive of the driving shaft by fixed speed, and has an output shaft, The connecting means which connects a prime-mover operation means to operate said prime mover, and the output shaft and said driving shaft of said prime mover, The motor which considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover, or said driving shaft, The motor drive circuit which drives said motor, and charge by the power revived from said motor through said motor drive circuit, An accumulation-of-electricity means to perform discharge of the power which the drive of said motor takes through said motor drive circuit, A target rotational frequency setting means to set up the target rotational frequency of said driving shaft based on directions of an operator, A CSD equipped with a rotational frequency detection means to detect the rotational frequency of said driving shaft, and a roll control means to control said prime mover and said motor through said prime-mover operation means and said motor drive circuit based on the this detected rotational frequency so that this rotational frequency turns into said target rotational frequency.

[Claim 2] Said connecting means is a CSD according to claim 1 which is a means to connect mechanically the output shaft and said driving shaft of said prime mover.

[Claim 3] It is a CSD according to claim 1. Said connecting means It has the 1st revolving shaft combined with the output shaft of said prime mover, and the 2nd revolving shaft combined with said driving shaft. It is an energy adjustment means by which I/O of corresponding electrical energy adjusts the energy deflection of the power outputted and inputted by said 1st revolving shaft and the power which are outputted and inputted by said 2nd revolving shaft. Said accumulation-of-electricity means is a CSD which is the means in which a part of [ at least ] charges and discharges of the electrical energy outputted and inputted in the case of adjustment of said energy deflection by said energy adjustment means are possible.

[Claim 4] The 1st Rota where said energy adjustment means was combined with said 1st revolving shaft, While being combined with said 2nd revolving shaft, having the 2nd pivotable Rota relatively to this 1st Rota and exchanging power between these both revolving shafts through electromagnetic association between these both Rota The CSD according to claim 3 which is the motor for Rota which outputs and inputs electrical energy based on electromagnetic association between these both Rota, and the rotational frequency difference between these both Rota.

[Claim 5] Said motor is a CSD according to claim 4 which is the motor which consists the 2nd Rota and this 2nd Rota of said motor for Rota of a pivotable stator, and considers an exchange of power as said driving shaft.

[Claim 6] Said motor is a CSD according to claim 4 which is the motor which consists the 1st Rota and this 1st Rota of said motor for Rota of a pivotable stator, and considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover.

[Claim 7] When the power which said energy adjustment means has said 1st revolving shaft and said 2nd revolving shaft, and the 3rd different revolving shaft, and is outputted and inputted among said three revolving shafts to any two revolving shafts is determined, The CSD according to claim 3 which consists of a 3 shaft type power I/O means by which the power outputted and inputted to a residual revolving shaft based on the determined this power is determined, and said 3rd revolving shaft and the revolving-shaft motor which carries out an exchange of power.

[Claim 8] It has claim 1 thru/or an accumulation-of-electricity condition detection means to be the CSD of a publication 7 either and to detect the accumulation-of-electricity condition of said accumulation-of-electricity means. Said roll control means It is based on the accumulation-of-electricity condition of said accumulation-of-

electricity means detected by said accumulation-of-electricity condition detection means, and the rotational frequency detected by said rotational frequency detection means. The CSD which is a means to control the connection condition of said connecting means while controlling said prime mover and said motor so that this rotational frequency turns into said target rotational frequency and the accumulation-of-electricity condition of said accumulation-of-electricity means will be in the condition of the predetermined range.

[Claim 9] There is no claim 1 which is a means to control so that the power outputted from said prime mover changes gradually, and said roll control means is the CSD of a publication 8 either.

[Claim 10] Based on the rate of change which was the CSD of a publication 9 either, and said roll control means was equipped with a rate-of-change operation means calculate the rate of change of this rotational frequency based on claim 1 thru/or the rotational frequency detected by said rotational frequency detection means, and was this calculated, and said detected rotational frequency, it is the CSD which is a means control the connection condition of said connecting means while controlling said prime mover and said motor.

[Claim 11] The prime mover which is the fixed-speed traveller which runs an automobile by fixed speed, and has an output shaft, The connecting means which connects a prime-mover operation means to operate said prime mover, and the driving shaft combined with the output shaft of said prime mover, and the wheel of said automobile, The motor which considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover, or said driving shaft, The motor drive circuit which drives said motor, and charge by the power revived from said motor through said motor drive circuit, An accumulation-of-electricity means to perform discharge of the power which the drive of said motor takes through said motor drive circuit, A target rate setting means to set up the target rate of said automobile based on directions of an operator, It is based on a vehicle speed detection means to detect the vehicle speed of said automobile, and the this detected vehicle speed. The fixed-speed traveller of an automobile equipped with the vehicle speed control means which controls the connection condition of said connecting means while controlling said prime mover and said motor through said prime-mover operation means and said motor drive circuit so that this vehicle speed serves as said target rate.

[Claim 12] Said connecting means is the fixed-speed traveller of the automobile according to claim 11 which is a means to connect mechanically the output shaft and said driving shaft of said prime mover.

[Claim 13] Said connecting means is the fixed-speed traveller of an automobile [ equipped with a connection release means to perform discharge of the connection between the output shaft of said prime mover, and said driving shaft, and connection based on directions of an operator ] according to claim 11 or 12.

[Claim 14] It is the fixed-speed traveller of an automobile according to claim 11. Said connecting means It has the 1st revolving shaft combined with the output shaft of said prime mover, and the 2nd revolving shaft combined with said driving shaft. It is an energy adjustment means by which I/O of corresponding electrical energy adjusts the energy deflection of the power outputted and inputted by said 1st revolving shaft and the power which are outputted and inputted by said 2nd revolving shaft. Said accumulation-of-electricity means is the fixed-speed traveller of the automobile which is the means in which a part of [ at least ] charges and discharges of the electrical energy outputted and inputted in the case of adjustment of said energy deflection by said energy adjustment means are possible.

[Claim 15] The 1st Rota where said energy adjustment means was combined with said 1st revolving shaft, While being combined with said 2nd revolving shaft, having the 2nd pivotable Rota relatively to this 1st Rota and exchanging power between these both revolving shafts through electromagnetic association between these both Rota The fixed-speed traveller of the automobile according to claim 14 which is the motor for Rota which outputs and inputs electrical energy based on electromagnetic association between these both Rota, and the rotational frequency difference between these both Rota.

[Claim 16] Said motor is the fixed-speed traveller of the automobile according to claim 15 which is the motor which consists the 2nd Rota and this 2nd Rota of said motor for Rota of a pivotable stator, and considers an exchange of power as said driving shaft.

[Claim 17] Said motor is the fixed-speed traveller of the automobile according to claim 15 which is the motor which consists the 1st Rota and this 1st Rota of said motor for Rota of a pivotable stator, and considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover.

[Claim 18] When the power which said energy adjustment means has said 1st revolving shaft and said 2nd revolving shaft, and the 3rd different revolving shaft, and is outputted and inputted among said three revolving shafts to any two revolving shafts is determined, The fixed-speed traveller of the automobile according to claim 14 which consists of a 3 shaft type power I/O means by which the power outputted and inputted to a residual revolving shaft based on the determined this power is determined, and said 3rd revolving shaft and the revolving-

shaft motor which carries out an exchange of power.

[Claim 19] It has claim 11 thru/or an accumulation-of-electricity condition detection means to be the fixed-speed traveller of the automobile of a publication 18 either, and to detect the accumulation-of-electricity condition of said accumulation-of-electricity means. Said vehicle speed control means It is based on the accumulation-of-electricity condition of said accumulation-of-electricity means detected by said accumulation-of-electricity condition detection means, and the vehicle speed detected by said vehicle speed detection means. The fixed-speed traveller of the automobile which is a means to control the connection condition of said connecting means while controlling said prime mover and said motor so that this vehicle speed serves as said target rate and the accumulation-of-electricity condition of said accumulation-of-electricity means will be in the condition of the predetermined range.

[Claim 20] There is no claim 11 which is a means to control so that the power outputted from said prime mover changes gradually, and said vehicle speed control means is the fixed-speed traveller of the automobile of a publication 19 either.

[Claim 21] Based on the rate of change which was the fixed-speed traveller of the automobile of a publication 20 either, and said vehicle-speed control means was equipped with a rate-of-change operation means calculate the rate of change of this vehicle speed based on claim 11 thru/or the vehicle speed detected by said vehicle speed detection means, and was this calculated, and said detected vehicle speed, it is the fixed-speed traveller of the automobile which is a means control the connection condition of said connecting means while controlling said prime mover and said motor.

[Claim 22] The connecting means which connects the prime mover which has an output shaft, and the output shaft and driving shaft of said prime mover, The motor which considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover, or said driving shaft, Charge by the power revived from said motor through said motor drive circuit, It is the control approach of a power output unit equipped with an accumulation-of-electricity means to perform discharge of the power which the drive of said motor takes through said motor drive circuit. Based on directions of an operator, set up the target rotational frequency of said driving shaft, and the rotational frequency of said driving shaft is detected. The control approach of the power output unit which controls the connection condition of said connecting means while controlling said prime mover and said motor based on the detected this rotational frequency so that this rotational frequency turns into said target rotational frequency.

[Claim 23] The connecting means which connects the prime mover which has an output shaft, and the driving shaft combined with the output shaft of said prime mover, and the wheel of an automobile, The motor which considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover, or said driving shaft, Charge by the power revived from said motor through said motor drive circuit, It is the control approach of this power output unit of carrying out fixed-speed transit of the automobile carrying a power output unit equipped with an accumulation-of-electricity means to perform discharge of the power which the drive of said motor takes through said motor drive circuit. The control approach of the power output unit which controls the connection condition of said connecting means while controlling said prime mover and said motor so that the target rate of said automobile is set up based on directions of an operator, the vehicle speed of said automobile is detected and this vehicle speed serves as said target rate based on the this detected vehicle speed.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

#### [0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the control approach of the power output unit which outputs power to the fixed-speed traveller list which runs the CSD and automobile which carry out the rotation drive of the driving shaft by fixed speed by fixed speed in detail about the control approach of a power output unit in the fixed-speed traveller list of a CSD and an automobile at a driving shaft.

#### [0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as this kind of CSD, or a fixed-speed traveller of an automobile, the vehicle speed of an automobile is detected and what carries out feedback control of the power outputted from an engine so that the vehicle speed may serve as a target rate based on this vehicle speed and a target rate is proposed (for example, JP,63-74730,A etc.). With this equipment, power outputted from an engine is performed by adjusting the opening of a throttle valve which adjusts the inspired air volume supplied to an engine.

#### [0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the fixed-speed traveller which controls the vehicle speed at a target rate, there was a problem that control of fine fixed-speed transit could not be performed, by adjusting the power outputted from such an engine. Since an engine is not immediately operated with the rotational frequency and torque according to the opening even if it opens a throttle valve, by the time the power according to the opening is outputted, a certain amount of time amount will be needed. Thus, since the responsibility of an engine output is low, even if deflection arises at the vehicle speed and a target rate, it cannot cancel the deflection immediately. Moreover, since control of the engine power by accommodation of the opening of such a throttle valve does not control engine power directly, it cannot control engine power with high precision.

[0004] The control approach of a power output unit solves such a problem in the fixed-speed traveller list of the CSD of this invention, and an automobile, and aims at being stabilized more and keeping constant the vehicle speed and the rotational frequency of a driving shaft in it.

#### [0005]

[The means for solving a technical problem, and its operation and effectiveness] The prime mover which the CSD of this invention is a CSD which carries out the rotation drive of the driving shaft by fixed speed, and has an output shaft, The connecting means which connects a prime-mover operation means to operate said prime mover, and the output shaft and said driving shaft of said prime mover, The motor which considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover, or said driving shaft, The motor drive circuit which drives said motor, and charge by the power revived from said motor through said motor drive circuit, An accumulation-of-electricity means to perform discharge of the power which the drive of said motor takes through said motor drive circuit, A target rotational frequency setting means to set up the target rotational frequency of said driving shaft based on directions of an operator, Let it be a summary to have a rotational frequency detection means to detect the rotational frequency of said driving shaft, and a roll control means to control said prime mover and said motor through said prime-mover operation means and said motor drive circuit based on the this detected rotational frequency so that this rotational frequency turns into said target rotational frequency.

[0006] This CSD operates the prime mover by which a prime-mover operation means has an output shaft, and a connecting means connects the output shaft and driving shaft of a prime mover. A motor is driven by the motor drive circuit and considers an exchange of power as the output shaft of a prime mover, or a driving shaft. An

accumulation-of-electricity means performs charge by the power revived from a motor through a motor drive circuit, and discharge of the power which the drive of a motor takes through a motor drive circuit if needed. A roll control means controls a prime mover and a motor through a prime-mover operation means and a motor drive circuit so that this rotational frequency turns into a target rotational frequency of the driving shaft set up by the target rotational frequency setting means based on directions of an operator based on the rotational frequency detected by the rotational frequency detection means.

[0007] According to such a CSD, since the power which a prime mover, a motor, and a connecting means are controlled based on the rotational frequency of a driving shaft, and is outputted to a driving shaft is adjusted, the rotational frequency of a driving shaft can be made into a target rotational frequency. And since the power outputted from a motor can be changed in an instant and can also make the variation small enough, responsibility can consider it as good highly precise control.

[0008] in the CSD of such this invention, said connecting means is a means to connect mechanically the output shaft and said driving shaft of said prime mover -- a thing can also be carried out.

[0009] In the CSD of this invention moreover, said connecting means It has the 1st revolving shaft combined with the output shaft of said prime mover, and the 2nd revolving shaft combined with said driving shaft. It is an energy adjustment means by which I/O of corresponding electrical energy adjusts the energy deflection of the power outputted and inputted by said 1st revolving shaft and the power which are outputted and inputted by said 2nd revolving shaft. Said accumulation-of-electricity means shall be a means in which a part of [ at least ] charges and discharges of the electrical energy outputted and inputted in the case of adjustment of said energy deflection by said energy adjustment means are possible.

[0010] An energy adjustment means which is a connecting means to have the 1st revolving shaft combined with the output shaft of a prime mover and the 2nd revolving shaft combined with a driving shaft adjusts the CSD of this mode by I/O of the electrical energy which corresponds the energy deflection of the power outputted and inputted by the 1st revolving shaft and the power which are outputted and inputted by the 2nd revolving shaft. And an accumulation-of-electricity means performs a part of [ at least ] charges and discharges of the electrical energy outputted and inputted if needed in the case of adjustment of the energy deflection by the energy adjustment means. If it carries out like this, a prime mover and a driving shaft can also be operated independently. Moreover, energy efficiency can be made higher by carrying out the charge and discharge of a part of electrical energy [ at least ] outputted and inputted with an accumulation-of-electricity means in the case of adjustment of the energy deflection by the energy adjustment means.

[0011] In the CSD such whose a connecting means is an energy adjustment means said energy adjustment means It is combined with the 1st Rota combined with said 1st revolving shaft by said 2nd revolving shaft, and has the 2nd pivotable Rota relatively to this 1st Rota. While exchanging power between these both revolving shafts through electromagnetic association between these both Rota, it shall be the motor for Rota which outputs and inputs electrical energy based on electromagnetic association between these both Rota, and the rotational frequency difference between these both Rota. The CSD of this mode outputs and inputs electrical energy based on electromagnetic association between both Rota, and the rotational frequency difference between both Rota while the 1st Rota combined with the 1st revolving shaft and the motor for Rota which is combined with the 2nd revolving shaft and has the 2nd pivotable Rota relatively to the 1st Rota exchange power between both revolving shafts through electromagnetic association between both Rota.

[0012] In the CSD this energy adjustment means of whose is a motor for Rota said motor Shall be the motor which consists the 2nd Rota and this 2nd Rota of said motor for Rota of a pivotable stator, and considers an exchange of power as said driving shaft, or said motor It shall be the motor which consists the 1st Rota and this 1st Rota of said motor for Rota of a pivotable stator, and considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover. The miniaturization of these modes, then the whole equipment can be attained.

[0013] In the CSD whose connecting means is an energy adjustment means moreover, said energy adjustment means When the power which has said 1st revolving shaft and said 2nd revolving shaft, and the 3rd different revolving shaft, and is outputted and inputted among said three revolving shafts to any two revolving shafts is determined, It shall consist of a 3 shaft type power I/O means by which the power outputted and inputted to a residual revolving shaft based on the determined this power is determined, and said 3rd revolving shaft and the revolving-shaft motor which carries out an exchange of power. 3 shaft type power I/O device in the CSD of this mode outputs and inputs the power determined based on this power outputted and inputted from one residual shaft, when it has the 1st revolving shaft, 2nd revolving shaft, and 3rd revolving shaft and power is outputted and inputted to any 2 shafts of these three shafts. And a revolving-shaft motor sets the 3rd revolving shaft as an

exchange of power.

[0014] It has an accumulation-of-electricity condition detection means to detect the accumulation-of-electricity condition of said accumulation-of-electricity means in the CSD of this invention including these modifications. Said roll control means It is based on the accumulation-of-electricity condition of said accumulation-of-electricity means detected by said accumulation-of-electricity condition detection means, and the rotational frequency detected by said rotational frequency detection means. While controlling said prime mover and said motor so that this rotational frequency turns into said target rotational frequency and the accumulation-of-electricity condition of said accumulation-of-electricity means will be in the condition of the predetermined range, it shall be a means to control the connection condition of said connecting means.

[0015] The CSD of this mode, then the accumulation-of-electricity condition of an accumulation-of-electricity means can always be made into predetermined condition within the limits.

[0016] Moreover, in the CSD of this invention, said roll control means shall be a means to control so that the power outputted from said prime mover changes gradually. While being able to make low precision of the CSD of this mode, then the operation control of a prime mover, the operation control of a prime mover can be made simple.

[0017] Or in the CSD of this invention, it shall be equipped with a rate-of-change operation means calculate the rate of change of this rotational frequency based on the rotational frequency detected by said rotational frequency detection means, and said roll control means shall be a means control the connection condition of said connecting means while it controls said prime mover and said motor based on the this calculated rate of change and said detected rotational frequency.

[0018] Since it controls based on the rate of change of the CSD of this mode, then the rotational frequency of a driving shaft, precision of that control can be made higher.

[0019] The prime mover which the fixed-speed traveller of the automobile of this invention is a fixed-speed traveller which runs an automobile by fixed speed, and has an output shaft. The connecting means which connects a prime-mover operation means to operate said prime mover, and the driving shaft combined with the output shaft of said prime mover, and the wheel of said automobile. The motor which considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover, or said driving shaft. The motor drive circuit which drives said motor, and charge by the power revived from said motor through said motor drive circuit. An accumulation-of-electricity means to perform discharge of the power which the drive of said motor takes through said motor drive circuit. A target rate setting means to set up the target rate of said automobile based on directions of an operator. It is based on a vehicle speed detection means to detect the vehicle speed of said automobile, and the this detected vehicle speed. While controlling said prime mover and said motor through said prime-mover operation means and said motor drive circuit so that this vehicle speed serves as said target rate, let it be a summary to have the vehicle speed control means which controls the connection condition of said connecting means.

[0020] The fixed-speed traveller of this automobile operates the prime mover by which a prime-mover operation means has an output shaft, and connects the driving shaft with which a connecting means is combined with the output shaft of a prime mover, and the wheel of an automobile. A motor is driven by the motor drive circuit and considers an exchange of power as the output shaft of a prime mover, or a driving shaft. An accumulation-of-electricity means performs charge by the power revived from a motor through a motor drive circuit, and discharge of the power which the drive of a motor takes through a motor drive circuit if needed. A vehicle speed control means controls the connection condition of a connecting means while controlling a prime mover and a motor through a prime-mover operation means and a motor drive circuit so that the vehicle speed serves as a target rate set up by the target rate setting means based on an operator's support based on the vehicle speed detected by the vehicle speed detection means.

[0021] According to the fixed-speed traveller of such an automobile, a prime mover, a motor, and a connecting means are controlled based on the vehicle speed of an automobile, and since the power outputted to the driving shaft combined with a wheel is adjusted, the vehicle speed can be made into the target vehicle speed. And since the power outputted from a motor can be changed in an instant and can also make the variation small enough, responsibility can consider it as good highly precise control.

[0022] In the fixed-speed traveller of the automobile of such this invention, said connecting means shall be a means to connect mechanically the output shaft and said driving shaft of said prime mover, or said connecting means shall be equipped with a connection release means to perform discharge of the connection between the output shaft of said prime mover, and said driving shaft, and connection based on directions of an operator.

[0023] In the fixed-speed traveller of the automobile of this invention moreover, said connecting means It has the 1st revolving shaft combined with the output shaft of said prime mover, and the 2nd revolving shaft combined with said driving shaft. It is an energy adjustment means by which I/O of corresponding electrical energy adjusts the energy deflection of the power outputted and inputted by said 1st revolving shaft and the power which are outputted and inputted by said 2nd revolving shaft. Said accumulation-of-electricity means shall be a means in which a part of [ at least ] charges and discharges of the electrical energy outputted and inputted in the case of adjustment of said energy deflection by said energy adjustment means are possible.

[0024] An energy adjustment means which is a connecting means to have the 1st revolving shaft combined with the output shaft of a prime mover and the 2nd revolving shaft combined with a driving shaft adjusts the fixed-speed traveller of the automobile of this mode by I/O of the electrical energy which corresponds the energy deflection of the power outputted and inputted by the 1st revolving shaft and the power which are outputted and inputted by the 2nd revolving shaft. And an accumulation-of-electricity means performs a part of [ at least ] charges and discharges of the electrical energy outputted and inputted if needed in the case of adjustment of the energy deflection by the energy adjustment means. If it carries out like this, a prime mover and a driving shaft can also be operated independently. Moreover, energy efficiency can be made higher by carrying out the charge and discharge of a part of electrical energy [ at least ] outputted and inputted with an accumulation-of-electricity means in the case of adjustment of the energy deflection by the energy adjustment means.

[0025] In the fixed-speed traveller of the automobile such whose a connecting means is an energy adjustment means said energy adjustment means It is combined with the 1st Rota combined with said 1st revolving shaft by said 2nd revolving shaft, and has the 2nd pivotable Rota relatively to this 1st Rota. While exchanging power between these both revolving shafts through electromagnetic association between these both Rota, it shall be the motor for Rota which outputs and inputs electrical energy based on electromagnetic association between these both Rota, and the rotational frequency difference between these both Rota. The 1st Rota where the fixed-speed traveller of the automobile of this mode was combined with the 1st revolving shaft, While exchanging power between both revolving shafts through electromagnetic association between both Rota, the motor for Rota which is combined with the 2nd revolving shaft and has the 2nd pivotable Rota relatively to the 1st Rota Electrical energy is outputted and inputted based on electromagnetic association between both Rota, and the rotational frequency difference between both Rota.

[0026] In the fixed-speed traveller of the automobile this energy adjustment means of whose is a motor for Rota said motor Shall be the motor which consists the 2nd Rota and this 2nd Rota of said motor for Rota of a pivotable stator, and considers an exchange of power as said driving shaft, or said motor It shall be the motor which consists the 1st Rota and this 1st Rota of said motor for Rota of a pivotable stator, and considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover. The miniaturization of these modes, then the whole equipment can be attained.

[0027] In the fixed-speed traveller of the automobile whose connecting means is an energy adjustment means moreover, said energy adjustment means When the power which has said 1st revolving shaft and said 2nd revolving shaft, and the 3rd different revolving shaft, and is outputted and inputted among said three revolving shafts to any two revolving shafts is determined, It shall consist of a 3 shaft type power I/O means by which the power outputted and inputted to a residual revolving shaft based on the determined this power is determined, and said 3rd revolving shaft and the revolving-shaft motor which carries out an exchange of power. 3 shaft type power I/O device in the fixed-speed traveller of the automobile of this mode outputs and inputs the power determined based on this power outputted and inputted from one residual shaft, when it has the 1st revolving shaft, 2nd revolving shaft, and 3rd revolving shaft and power is outputted and inputted to any 2 shafts of these three shafts. And a revolving-shaft motor sets the 3rd revolving shaft as an exchange of power.

[0028] It has an accumulation-of-electricity condition detection means to detect the accumulation-of-electricity condition of said accumulation-of-electricity means in the fixed-speed traveller of the automobile of this invention including these modifications. Said vehicle speed control means It is based on the accumulation-of-electricity condition of said accumulation-of-electricity means detected by said accumulation-of-electricity condition detection means, and the vehicle speed detected by said vehicle speed detection means. While controlling said prime mover and said motor so that this vehicle speed serves as said target rate and the accumulation-of-electricity condition of said accumulation-of-electricity means will be in the condition of the predetermined range, it shall be a means to control the connection condition of said connecting means.

[0029] The fixed-speed traveller of the automobile of this mode, then the accumulation-of-electricity condition of an accumulation-of-electricity means can always be changed into the condition of the predetermined range.

[0030] Moreover, in the fixed-speed traveller of the automobile of this invention, said vehicle speed control means shall be a means to control so that the power outputted from said prime mover changes gradually. While being able to make low precision of the fixed-speed traveller of the automobile of this mode, then the operation control of a prime mover, the operation control of a prime mover can be made simple.

[0031] Or in the fixed-speed traveller of the automobile of this invention, it shall be equipped with a rate-of-change operation means to calculate the rate of change of this vehicle speed based on the vehicle speed detected by said vehicle speed detection means, and said vehicle speed control means shall be a means to control the connection condition of said connecting means while it controls said prime mover and said motor based on the this calculated rate of change and said detected vehicle speed.

[0032] Since it controls based on the fixed-speed traveller of the automobile of this mode, then the rate of change of the vehicle speed, precision of that control can be made higher.

[0033] The prime mover by which the control approach of the 1st power output unit of this invention has an output shaft, The connecting means which connects the output shaft and driving shaft of said prime mover, and the motor which considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover, or said driving shaft, Charge by the power revived from said motor through said motor drive circuit, It is the control approach of a power output unit equipped with an accumulation-of-electricity means to perform discharge of the power which the drive of said motor takes through said motor drive circuit. Based on directions of an operator, the target rotational frequency of said driving shaft is set up, and the rotational frequency of said driving shaft is detected, and based on the this detected rotational frequency, while controlling said prime mover and said motor so that this rotational frequency turns into said target rotational frequency, let it be a summary to control the connection condition of said connecting means.

[0034] According to the control approach of this power output unit, since the power which a prime mover, a motor, and a connecting means are controlled based on the rotational frequency of a driving shaft, and is outputted to a driving shaft is adjusted, the rotational frequency of a driving shaft can be made into a target rotational frequency. And since the power outputted from a motor can be changed in an instant and can also make the variation small enough, responsibility can consider it as good highly precise control.

[0035] The prime mover by which the control approach of the 2nd power output unit of this invention has an output shaft, The connecting means which connects the driving shaft combined with the output shaft of said prime mover, and the wheel of an automobile, The motor which considers an exchange of power as the output shaft of said prime mover, or said driving shaft, Charge by the power revived from said motor through said motor drive circuit, It is the control approach of this power output unit of carrying out fixed-speed transit of the automobile carrying a power output unit equipped with an accumulation-of-electricity means to perform discharge of the power which the drive of said motor takes through said motor drive circuit. The target rate of said automobile is set up based on directions of an operator, and the vehicle speed of said automobile is detected, and based on the this detected vehicle speed, while controlling said prime mover and said motor so that this vehicle speed serves as said target rate, let it be a summary to control the connection condition of said connecting means.

[0036] According to the control approach of this power output unit, a prime mover, a motor, and a connecting means are controlled based on the vehicle speed of an automobile, and since the power outputted to the driving shaft combined with the wheel of an automobile is adjusted, the rotational frequency of a driving shaft can be made into a target rotational frequency. And since the power outputted from a motor can be changed in an instant and can also make the variation small enough, responsibility can consider it as good highly precise control.

[0037]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an example. Drawing 1 is the block diagram showing the outline configuration of the car carrying the power output unit 20 as the 1st example of this invention. The power output unit 20 consists of control units 80 which carry out drive control of an engine 50, the electronic control unit (hereafter referred to as EFIECU) 70 which controls operation of an engine 50, the clutch motor 30 and the assistant motor 40 which transmits the power outputted from an engine 50 to a driving shaft 22, and this clutch motor 30 and the assistant motor 40 greatly so that it may illustrate.

[0038] An engine 50 is a gasoline engine operated with a gasoline, inhales the gaseous mixture of the air inhaled through the throttle valve 66 from the inhalation-of-air system, and the gasoline injected from the fuel injection valve 51 to a combustion chamber 52, and changes into rotation of a crankshaft 56 movement of the piston 54

depressed by explosion of this gaseous mixture. Here, the closing motion drive of the throttle valve 66 is carried out by the actuator 68. An ignition plug 62 forms a spark with the high voltage drawn through the distributor 60 from the ignitor 58, and gaseous mixture is lit by the spark and carries out explosion combustion of it by it.

[0039] The various sensors in which the operational status of an engine 50 is shown are connected to EFIECU70. For example, it is the rotational frequency sensor 76, the angle-of-rotation sensor 78, etc. which are prepared for the coolant temperature sensor 74 and distributor 60 which detect the water temperature of the throttle-valve position sensor 67 which detects the opening (position) of a throttle valve 66, the inlet-pipe negative pressure sensor 72 which detects the load of 50 of a prime mover, and an engine 50, and detect the rotational frequency and angle of rotation of a crankshaft 56. In addition, although the starting switch 79 which detects the condition ST of an ignition key was connected to EFIECU70 in addition to this, illustration of other sensors, a switch, etc. was omitted.

[0040] The clutch motor 30 and the assistant motor 40 are combined with the crankshaft 56 of an engine 50. The driving shaft 22 combined with the clutch motor 30 and the assistant motor 40 is combined with the differential gear 24, and, finally the power outputted from an engine 50 is outputted to the driving wheels 26 and 28 on either side. The clutch motor 30 and the assistant motor 40 are controlled by the control unit 80. Although the configuration of a control unit 80 is explained in full detail later, the interior is equipped with Control CPU and the accelerator pedal position sensor 65 formed in the shift position sensor 84 formed in the shift lever 82 or the accelerator pedal 64, the speed sensor 86 which detects the vehicle speed of a car are connected. Moreover, the control unit 80 is exchanging various information by EFIECU70 and the communication link which were mentioned above. About control including the exchange of such information, it mentions later.

[0041] Drawing 2 is the block diagram showing the outline configuration of the power output unit 20 centering on the clutch motor 30, the assistant motor 40, and a control unit 80. The clutch motor 30 consists of an outer rotor 32 and an inner rotor 34, an outer rotor 32 is combined with the crankshaft 56 of an engine 50, and the inner rotor 34 is combined with the driving shaft 22 so that it may illustrate. And Rota 42 of the assistant motor 40 is combined with this driving shaft 22.

[0042] The clutch motor 30 equips the inner skin of an outer rotor 32 with a permanent magnet 35, and is constituted as a synchronous motor which winds the coil 36 of a three phase around the slot formed in the inner rotor 34. The power to this three phase coil 36 is supplied through the rotation transformer 38. The part which forms the slot and teeth for three phase coil 36 in the inner rotor 34 consists of carrying out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet. In addition, although the resolver 39 which detects that angle-of-rotation theta is formed in the crankshaft 56, this resolver 39 can also be used also [ sensor / 78 / which was prepared for the distributor 60 / angle-of-rotation ].

[0043] On the other hand, although the assistant motor 40 is also constituted as a synchronous motor, the three phase coil 44 which forms rotating magnetic field is wound around the stator 43 fixed to the case 45. This stator 43 is also formed by carrying out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet. Two or more permanent magnets 46 are formed in the peripheral face of Rota 42. By the assistant motor 40, Rota 42 rotates by the interaction with the field which a field and the three phase coil 44 form with this permanent magnet 46. The shaft with which Rota 42 was combined mechanically is the driving shaft 22 which is an output shaft of the torque of the power output unit 20, and the resolver 48 which detects the angle-of-rotation theta is formed in the driving shaft 22. Moreover, the driving shaft 22 is supported to revolve by the bearing 49 prepared in the case 45.

[0044] The clutch motor 30 and the assistant motor 40 to apply are combined mechanically [ the inner rotor 34 of the clutch motor 30 ] to Rota 42 of the assistant motor 40, as a result a driving shaft 22. Therefore, if the relation between an engine 50 and both the motors 30 and 40 is said simple, the output torque outputted to the crankshaft 56 from the engine 50 will be outputted to a driving shaft 22 through the outer rotor 32 and the inner rotor 34 of the clutch motor 30, and it will be said that the torque from the assistant motor 40 is subtracted and added by this.

[0045] Although the assistant motor 40 is constituted as a usual permanent-magnet type three phase synchronous motor, the clutch motor 30 is constituted so that the outer rotor 32 which has a permanent magnet 35, and the inner rotor 34 equipped with the three phase coil 36 may both be rotated. Then, it supplements about the detail of the configuration of the clutch motor 30 using the sectional view showing the structure of the clutch motor 30 of drawing 3 , and the assistant motor 40. The outer rotor 32 of the clutch motor 30 is attached in the periphery edge of the wheel 57 by which fitting was carried out to the crankshaft 56 by press fit pin 59a and screw 59b. The core of a wheel 57 protrudes on the axial configuration, Bearings 37A and 37B are used

here, and the inner rotor 34 is attached in it free [ rotation ]. Moreover, the end of a driving shaft 22 is being fixed to the inner rotor 34.

[0046] It already explained that the permanent magnet 35 was formed in the outer rotor 32. In the example, four of this permanent magnet 35 are prepared and it is stuck on the inner skin of an outer rotor 32. The magnetization direction is a direction which goes to the shaft center of the clutch motor 30, and the direction of a magnetic pole has reverse sense alternately. If this permanent magnet 35 and the three phase coil 36 of the inner rotor 34 which counters with few gaps are wound around a total of 24 slots (not shown) prepared in the inner rotor 34 and are energized in each coil, they will form the magnetic flux which passes along the teeth which separate a slot. This field will be rotated if the three-phase alternating current is passed in each coil. Each of the three phase coil 36 is connected so that supply of power may be received from the rotation transformer 38. This rotation transformer 38 consists of secondary-winding 38B attached in the driving shaft 22 combined with primary-winding 38A fixed to the case 45, and the inner rotor 34, and can exchange power bidirectionally between primary-winding 38A and secondary-winding 38B by electromagnetic induction. In addition, in order to exchange the current of a three phase (U, V, W phase), the coil for a three phase is prepared for the rotation transformer 38.

[0047] An outer rotor 32 and the inner rotor 34 show various behavior by the interaction of the field which the permanent magnet 35 of an adjoining lot forms, and the rotating magnetic field which the three phase coil 36 prepared in the inner rotor 34 forms. Usually, the frequency of the three-phase alternating current passed in the three phase coil 36 is made into the frequency of the deflection of the rotational frequency (rotational frequency for 1 second) of an outer rotor 32 and the rotational frequency of the inner rotor 34 which were directly linked with the crankshaft 56. Consequently, slipping will be produced in both rotation. The detail of control of the clutch motor 30 and the assistant motor 40 is explained in detail later using a flow chart.

[0048] Next, the control unit 80 which drives and controls the clutch motor 30 and the assistant motor 40 is explained. The control device 80 consists of dc-batteries 94 which are the control CPU 90 and the rechargeable battery which control the 1st drive circuit 91 which drives the clutch motor 30, the 2nd drive circuit 92 which drives the assistant motor 40, and both the drive circuits 91 and 92. Control CPU 90 is one chip microprocessor, and equips the interior with RAM90a for work pieces, ROM90b which memorized the processing program, input/output port (not shown) and EFIECU70, and the serial communication port (not shown) that performs a communication link. In this control CPU 90, angle-of-rotation thetae of the engine 50 from a resolver 39, The accelerator pedal position AP from angle-of-rotation thetae of the driving shaft 22 from a resolver 48, and the accelerator pedal position sensor 65 (the amount of treading in of an accelerator pedal) The vehicle speed V from the shift position SP and speed sensor 86 from the shift position sensor 84 The clutch current values Iuc and Ivc from two current detectors 95 and 96 prepared in the 1st drive circuit 91, The assistant current values Iua and Iva from two current detectors 97 and 98 prepared in the 2nd drive circuit, the remaining capacity BRM from the remaining capacity detector 99 which detects the remaining capacity of a dc-battery 94 are inputted through input port. In addition, what the remaining capacity detector 99 measures the specific gravity of the electrolytic solution of a dc-battery 94 or the weight of the whole dc-battery 94, and detects remaining capacity, the thing which calculates the current value and time amount of charge and discharge, and detects remaining capacity, the thing which detects remaining capacity by making between the terminals of a dc-battery short-circuit momentarily, and measuring sink internal resistance for a current are known.

[0049] Moreover, from control CPU 90, the control signal SW2 which drives six transistors Tr11 as the control signal SW1 which drives six transistors Tr1 which are the switching elements prepared in the 1st drive circuit 91 thru/or Tr6, and a switching element prepared in the 2nd drive circuit 92 thru/or Tr16 is outputted. Six transistors Tr1 in the 1st drive circuit 91 thru/or Tr6 constitute the transistor inverter, two pieces are arranged at a time in a pair, respectively so that it may become a source and sink side to power-source Rhine L1 and L2 of a pair, and each of the three phase coil (UVW) 36 of the clutch motor 30 is connected through the rotation transformer 38 at the node. Power-source Rhine L1 and L2 controls sequentially the rate of the transistor Tr1 which makes a pair by control CPU 90 since it connects with the plus [ of a dc-battery 94 ], and minus side, respectively thru/or the ON time amount of Tr6 with a control signal SW1, and if the current which flows in each coil 36 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 36.

[0050] On the other hand, six transistors Tr11 of the 2nd drive circuit 92 thru/or Tr16 also constitute the transistor inverter, is arranged, respectively, and the node of the transistor which makes a pair is connected to each of the three phase coil 44 of the assistant motor 40. [ as well as the 1st drive circuit 91 ] Therefore, the

transistor Tr11 thru/or the ON time amount of Tr16 which makes a pair by control CPU 90 is sequentially controlled with a control signal SW2, and if the current which flows in each coil 44 is made into a false sine wave by PWM control, rotating magnetic field will be formed with the three phase coil 44.

[0051] Actuation of the power output unit 20 which explained the configuration above is explained. The principle of operation of the power output unit 20, especially the principle of torque conversion are as follows. An engine 50 is operated by EFIECU70 and the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 presupposes that it is rotating at the predetermined rotational frequency  $N_1$ . Supposing the control device 80 is not passing the current at all in the three phase coil 36 of the clutch motor 30 through the rotation transformer 38 at this time. Namely, if the transistor Tr1 of the 1st drive circuit 91 thru/or Tr6 are always OFF states. Since no current also flows in the three phase coil 36, the outer rotor 32 and the inner rotor 34 of the clutch motor 30 will be in the condition of not being combined at all electromagnetic, and the crankshaft 56 of an engine 50 will be in the condition of having idled. In this condition, since a transistor Tr1 thru/or Tr6 are off, regeneration from the three phase coil 36 is not performed, either. That is, the engine 50 will carry out idle rotation.

[0052] If the control CPU 90 of a control device 80 outputs a control signal SW1 and carries out on-off control of the transistor, according to the deflection (engine-speed difference [ in other words ]  $N_c$  ( $N_e - N_d$ )) of an outer rotor 32 and the inner rotor 34 in the clutch motor 30) of the engine speed  $N_e$  of the crankshaft 56 of an engine 50, and the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22, a fixed current will flow in the three phase coil 36 of the clutch motor 30. That is, the clutch motor 30 functions as a generator, a current is revived through the 1st drive circuit 91, and a dc-battery 94 is charged. At this time, it will be in the integrated state in which slipping with fixed outer rotor 32 and inner rotor 34 exists. That is, the inner rotor 34 is rotated at the rotational frequency  $N_d$  lower than the rotational frequency  $N_e$  (rotational frequency of a crankshaft 56) of an engine 50. If control CPU 90 controls the 2nd drive circuit 92 by this condition so that energy equal to the revived electrical energy is consumed by the assistant motor 40, a current will flow in the three phase coil 44 of the assistant motor 40, and torque will occur in the assistant motor 40.

[0053] If it compares with drawing 4, while the crankshaft 56 will operate with an engine speed  $N_1$  and torque  $T_1$ , a driving shaft 22 can be rotated with an engine speed  $N_2$  and torque  $T_2$  by reviving the energy of a field  $G_1$  from the clutch motor 30, and giving this to the assistant motor 40. In this way, it slides, namely, it gives a driving shaft 22 by making energy according to the rotational frequency difference  $N_c$  of a forward value in the clutch motor 30 into torque, and torque is changed.

[0054] Next, Torque  $T_e$  is operated with torque  $T_2$  with the rotational frequency  $N_2$  predetermined [ engine / 50 ] in a rotational frequency  $N_e$ , and the case where the driving shaft 22 is rotating at the bigger rotational frequency  $N_1$  than a rotational frequency  $N_2$  is considered. In this condition, since it rotates to the hand of cut of a driving shaft 22 at the rotational frequency shown in the absolute value of the rotational frequency difference  $N_c$  ( $N_e - N_d$ ) to an outer rotor 32, the clutch motor 30 functions as a usual motor, and the inner rotor 34 of the clutch motor 30 gives rotational energy to a driving shaft 22 with the power from a dc-battery 94. On the other hand, if the 2nd drive circuit 92 is controlled by control CPU 90 to revive power by the assistant motor 40, a regeneration current will flow in the three phase coil 44 by slipping between Rota 42 of the assistant motor 40, and a stator 43. Here, if the 1st and 2nd drive circuits 91 and 92 are controlled by control CPU 90 so that the power revived by the assistant motor 40 is consumed by the clutch motor 30, it can drive, without using the power stored in the dc-battery 94 in the clutch motor 30.

[0055] If it compares with drawing 4, while the crankshaft 56 will operate with a rotational frequency  $N_2$  and torque  $T_2$ , a driving shaft 22 can be rotated with a rotational frequency  $N_1$  and torque  $T_1$  by reviving the energy of a field  $G_2$  and field  $G_3$  from the assistant motor 40, and giving this to the clutch motor 30.

[0056] In the power output unit 20 of an example, to such torque conversion, in addition, in addition, the energy outputted from an engine 50 (product of Torque  $T_e$  and a rotational frequency  $N_e$ ). By adjusting the electrical energy revived or consumed by the clutch motor 30, and the electrical energy consumed or revived by the assistant motor 40 Excessive electrical energy can be found out, a dc-battery 94 can be discharged, or electrical energy running short can be compensated with the power stored in the dc-battery 94, and the output energy from an engine 50 can be more efficiently outputted to a driving shaft 22 as power.

[0057] Next, control of fixed-speed transit of the car by the power output unit 20 constituted in this way is explained. Fixed-speed transit of a car is performed when the desired target rate  $V_m$  is set up by the operator. A setup of the target rate  $V_m$  by the operator reads the vehicle speed of a car when directions of a setup of the target rate  $V_m$  are performed with a speed sensor 86, and has what sets this as the target rate  $V_m$ , and the thing which sets the desired vehicle speed as the target rate  $V_m$  regardless of the travel speed of a car.

[0058] Thus, if directions (setup of the target rate  $V_m$ ) of fixed-speed transit are made by the operator, the control CPU 90 of a control unit 80 performs the initial manipulation routine of fixed-speed transit first illustrated to drawing 5 beforehand memorized by ROM90b, after that, will repeat the fixed-speed transit control routine illustrated to drawing 10, and will be performed. Below the initial manipulation routine of fixed-speed transit is explained first, and a constant-speed-control routine is explained to it after that.

[0059] If this routine is performed, the control CPU 90 of a control unit 80 will set up first the rate the operator was instructed to be as a target rate  $V_m$  (step S100), and will set up command value (henceforth output-torque command value)  $T_d*$  of the torque which should be outputted to a driving shaft 22 on the map which was beforehand memorized by ROM90b based on this target rate  $V_m$ , and which is not illustrated (step S102). Here, the map which an example uses searches for the torque  $T_d$  of the driving shaft 22 required to carry out fixed-speed transit of the car with the vehicle speed  $V$  by the road of a calm, level, and flat predetermined road surface condition by experiment, and uses each vehicle speed  $V$  and torque  $T_d$  as a map as relation between the target rate  $V_m$  and output-torque command value  $T_d*$ . Therefore, this map becomes settled with the property of an engine 50, the clutch motor 30, and the assistant motor 40, weight, a configuration of a car, etc.

[0060] Next, it multiplies by the proportionality coefficient  $K_d$  and the target rate  $V_m$  is asked for target rotational frequency  $N_d*$  of the driving shaft 22 at the time of fixed-speed transit (step S104). Usually, since the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22 is in proportionality to the vehicle speed of a car, target rotational frequency  $N_d*$  multiplies by the proportionality coefficient  $K_d$  specified as the target rate  $V_m$  with a car, and is called for. Then, based on the output energy  $P_d$  which computed the output energy  $P_d$  searched for by count ( $P_d=T_d*xN_d*$ ) (step S106), and computed it using output-torque command value  $T_d*$  and target rotational frequency  $N_d*$ , processing which sets up target torque  $T_e*$  of an engine 50 and target rotational frequency  $N_e*$  is performed (step S108). Here, since the energy which an engine 50 supplies is equal to the product of the torque  $T_e$  of an engine 50, and an engine speed  $N_e$ , the relation between target torque  $T_e*$  of the output energy  $P_d$  and an engine 50 and target engine-speed  $N_e*$  becomes  $P_d=T_e*xN_e*$ , and the combination of target torque  $T_e*$  of an engine 50 which satisfies this relation, and target engine-speed  $N_e*$  exists innumerable. So, in this example, an engine 50 is operated in the condition that effectiveness is high as much as possible, to each output energy  $P_d$ . And it asks for target torque  $T_e*$  of the engine 50 from which the operational status of an engine 50 changes smoothly to change of the output energy  $P_d$ , and target rotational frequency  $N_e*$  by experiment etc. This shall be beforehand memorized as a map to ROM90b, and target torque  $T_e*$  of an engine 50 and target rotational frequency  $N_e*$  corresponding to the output energy  $P_d$  searched for by step S103 shall be derived from this map.

[0061] Next, target torque  $T_e*$  of the set-up engine 50 is set up as torque command value  $T_c*$  of the clutch motor 30 (step S110), and torque command value  $T_a*$  of the assistant motor 40 is computed by count ( $T_a*=T_d*-T_c*$ ) (step S112). here, torque command value  $T_c*$  of the clutch motor 30 and target torque  $T_e*$  of an engine 50 are made into the same value at step S110 for operating an engine 50 to about 1 law by target torque  $T_e*$  and target rotational frequency  $N_e*$ . This is based on the torque  $T_e$  of an engine 50 becoming settled by the torque committed as reaction of the torque made to act on a driving shaft 22, the load torque 30, i.e., the clutch motor, of an engine 50.

[0062] In this way, a setup of target torque  $T_e*$  of an engine 50 and target engine-speed  $N_e*$ , torque command value  $T_c*$  of the clutch motor 30, and torque command value  $T_a*$  of the assistant motor 40 performs control (step S114) of the clutch motor 30, control (step S116) of the assistant motor 40, and control (step S118) of an engine 50 based on these set points. In addition, on account of illustration, although indicated as a step with separate control of the clutch motor 30, control of the assistant motor 40, and control of an engine 50, these control is performed in parallel to coincidence in fact. For example, while control CPU 90 performs control of the clutch motor 30 and the assistant motor 40 to coincidence using interruption processing, directions are transmitted to EFIECU70 by communication link, and EFIECU70 is made to also perform control of an engine 50 to coincidence.

[0063] In addition, in the example, since explanation was easy, it explained as an ideal condition that the transmission efficiency to the driving shaft 22 by the clutch motor 30 and the assistant motor 40 of Energy  $P_e$  which are outputted from an engine 50 is 100%, but in fact, since the effectiveness of both the motors 30 and 40 also has loss in the 1st [ not 100% but ], and 2nd drive circuits 91 and 92, a transmission efficiency does not become 100%. For this reason, when the torque  $T_c$  and  $T_a$  of the clutch motor 30 and the assistant motor 40 is operated as a value as a command value, it will discharge from a dc-battery 94. Therefore, in case output energy  $P_d$  of step S106 is \*\*(ed) with a transmission efficiency, and it is coped with or torque command value  $T_c*$  of

both motors and  $T_a^*$  are set up in fact, it is necessary to take into consideration the effectiveness of each motor and each drive circuit. Although the following explanation is also dealt with as an ideal condition since explanation is easy, it cannot be overemphasized in fact that it is necessary to carry out in consideration of such effectiveness.

[0064] Control (step S114) of the clutch motor 30 is performed based on the clutch motor control processing illustrated to drawing 6. As for control CPU 90, activation of this processing performs first processing into which it reads from a resolver 48 in angle-of-rotation theta d of a driving shaft 22 (step S122). Next, angle-of-rotation theta e of the crankshaft 56 of an engine 50 is inputted from a resolver 39 (step S124), and processing which asks for theta c whenever [ angular relation / of both shafts ] is performed (step S126). That is, theta c=theta e-theta d is calculated.

[0065] Next, processing which detects the phase currents  $I_{uc}$  and  $I_{vc}$  which are flowing to U phase and V phase of the three phase coil 36 of the clutch motor 30 with the current detectors 95 and 96 is performed (step S128). Although the phase current is flowing to the three phase of U, V, and W, since the total is zero, it is sufficient if the current which flows to two phases is measured. In this way, coordinate transformation (three phase -2 phase-number conversion) is performed using the phase current of the obtained three phase (step S130). Coordinate transformation is changing into the current value of d shaft of the synchronous motor of a permanent-magnet type, and q shaft, and is performed by calculating a degree type (1). It is because an amount essential when the current of d shaft and q shaft controls torque performs coordinate transformation in the synchronous motor of a permanent-magnet type here. It is also possible to control from the first with a three phase.

[0066]

[Equation 1]

$$\begin{bmatrix} I_{dc} \\ I_{qc} \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_c - 120) & \sin \theta_c \\ -\cos(\theta_c - 120) & \cos \theta_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{uc} \\ I_{vc} \end{bmatrix} \quad \dots \quad (1)$$

[0067] Next, after changing into a biaxial current value, processing which asks for current command value  $I_{dc}^*$  of each shaft searched for from torque command value  $T_c^*$  in the clutch motor 30,  $I_{qc}^*$ , the currents  $I_{dc}$  and  $I_{qc}$  that actually flowed on each shaft, and deflection, and calculates the electrical-potential-difference command values  $V_{dc}$  and  $V_{qc}$  of each shaft is performed (step S132). That is, the following formulas (2) are calculated first and then a degree type (3) is calculated. Here,  $Kp 1$  and  $2$  and  $Ki 1$  and  $2$  are multipliers respectively. These multipliers are adjusted so that the property of the motor to apply may be suited. Moreover, the electrical-potential-difference command values  $V_{dc}$  and  $V_{qc}$  are calculated from the part (the 1st term of the bottom type (3) right-hand side) proportional to deflection  $**I$  with current command value  $I^*$ , and an accumulated part (the 2nd term of the right-hand side) of the past of  $i$  batch of deflection  $**I$ .

[0068]

[Equation 2]

$$\begin{aligned} \Delta I_{dc} &= I_{dc}^* - I_{dc} \\ \Delta I_{qc} &= I_{qc}^* - I_{qc} \end{aligned} \quad \dots \quad (2)$$

[0069]

[Equation 3]

$$V_{dc} = Kp1 \cdot \Delta I_{dc} + \Sigma Ki1 \cdot \Delta I_{dc}$$

$$V_{qc} = Kp2 \cdot \Delta I_{qc} + \Sigma Ki2 \cdot \Delta I_{qc} \quad \dots \quad (3)$$

[0070] Then, coordinate transformation (two phase -3 phase-number conversion) equivalent to the inverse transformation of the conversion which performed the electrical-potential-difference command value calculated in this way at step S130 is performed (step S134), and processing which asks for the electrical potential differences  $V_{uc}$ ,  $V_{vc}$ , and  $V_{wc}$  actually impressed to the three phase coil 36 is performed. It asks for each electrical potential difference by the degree type (4).

[0071]

[Equation 4]

$$\begin{bmatrix} V_{uc} \\ V_{vc} \\ V_{wc} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_c & -\sin \theta_c \\ \cos(\theta_c - 120) & -\sin(\theta_c - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{dc} \\ V_{qc} \end{bmatrix}$$

$$V_{wc} = -V_{uc} - V_{vc} \quad \dots \quad (4)$$

[0072] Since actual armature-voltage control is made by the transistor Tr1 of the 1st drive circuit 91 thru/or the on-off time amount of Tr6, it carries out PWM control of each transistor Tr1 thru/or the ON time amount of Tr6 so that it may become each electrical-potential-difference command value calculated by the formula (4) (step S136).

[0073] In addition, if the time of forward torque acting the sign of torque command value  $Tc^*$  on a driving shaft 22 in the hand of cut of a crankshaft 56 is made forward, control of the clutch motor 30 Even if torque command value  $Tc^*$  of a forward value is set up, when the rotational frequency  $Ne$  of an engine 50 is larger than the rotational frequency  $Nd$  of a driving shaft 22, (when the rotational frequency difference  $Nc$  ( $Ne-Nd$ ) of a forward value arises) The regenerative control which generates the regeneration current according to the rotational frequency difference  $Nc$  is made. When a rotational frequency  $Ne$  is smaller than a rotational frequency  $Nd$ , (when the rotational frequency difference  $Nc$  ( $Ne-Nd$ ) of a negative value arises) The power running control rotated to the hand of cut of a driving shaft 22 at the rotational frequency relatively shown in the absolute value of the rotational frequency difference  $Nc$  to a crankshaft 56 is made. Since the regenerative control of the clutch motor 30 and power running control control the transistor Tr1 of the 1st drive circuit 91 thru/or Tr6 so that the torque of a forward value acts on a driving shaft 22 by the permanent magnet 35 attached in both the outer rotors 32, and the rotating magnetic field produced according to the current which flows in the three phase coil 36 of the inner rotor 34 if torque command value  $Tc^*$  is a forward value, they turn into the same switching control. That is, if the sign of torque command value  $Tc^*$  is the same, even if control of the clutch motor 30 is regenerative control and it is power running control, it will become the same switching control. Therefore, clutch motor control processing of drawing 6 can perform any control. Moreover, since the direction of change of  $\theta_{tac}$  becomes reverse whenever [ angular relation / of step S126 ] when torque command value  $Tc^*$  is a negative value (i.e., when reversing the time of braking the driving shaft 22, and the car), clutch motor control processing of drawing 6 can also perform control at this time.

[0074] Next, control (step S116 of drawing 5 ) of the assistant motor 40 is explained based on the assistant motor control processing illustrated to drawing 7 . In assistant motor control processing, control CPU 90 performs processing (step S142) which detects angle-of-rotation  $\theta_{tac}$  of a driving shaft 22 using a resolver 48 first (step S140), and detects each phase current of the assistant motor 40 using the current detectors 97 and 98 continuously. Then, the operation of the same coordinate transformation (step S144) as the clutch motor 30 and the electrical-potential-difference command values  $Vda$  and  $Vqa$  is performed (step S146), backseat label conversion (step S148) of an electrical-potential-difference command value is performed further, the transistor Tr11 of the 2nd drive circuit 92 of the assistant motor 40 thru/or the on-off control time amount of Tr16 are found, and PWM control is performed (step S149). These processings are completely the same as that of what was performed about the clutch motor 30.

[0075] Here, when torque command value  $Ta^*$  is set up as a forward value, power running control is made, and as for the assistant motor 40, regenerative control is made when torque command value  $Ta^*$  is set up as a negative value. However, power running control of the assistant motor 40 and regenerative control can both be performed by assistant motor control processing of drawing 7 like control of the clutch motor 30. Moreover, it is the same while the driving shaft 22 is rotating to the hand of cut and reverse sense of a crankshaft 56 (i.e., also when the car is going astern). In addition, the sign of torque command value  $Ta^*$  of the assistant motor 40 made forward the time of forward torque acting on a driving shaft 22 in the hand of cut of a crankshaft 56.

[0076] Next, control (step S118 of drawing 5 ) of an engine 50 is explained. Torque  $Te$  and a rotational frequency  $Ne$  are controlled so that control of an engine 50 will be in a steady operation condition on the operation point of target torque  $Te^*$  set up in step S108 of drawing 5 , and target rotational frequency  $Ne^*$ . In fact, target torque  $Te^*$  of an engine 50 and target rotational frequency  $Ne^*$  are transmitted to EFIECU70 by communication link from control CPU 90, and opening control of a throttle valve 66 and fuel-injection control from a fuel injection valve 51 are performed based on this target torque  $Te^*$  and target rotational frequency  $Ne^*$ . Opening control of a throttle valve 66 is performed based on the throttle-valve opening control routine shown in drawing 8 , and fuel-injection control is performed by the fuel-injection control manipulation routine shown in drawing 9 . Each of these routines are repeatedly performed for every predetermined time. Hereafter, each routine is explained briefly.

[0077] If a throttle-valve opening control routine is performed, EFIECU70 will perform processing (step S152) which reads the opening BP of the throttle valve 66 first detected by the throttle-valve position sensor 67, and processing which reads the rotational frequency  $Ne$  of an engine 50 (step S154). In EFIECU70, what was

detected by the engine-speed sensor 76 prepared for the distributor 60 is used for the engine speed  $Ne$  of an engine 50. Although it can also ask from angle-of-rotation thetae of the crankshaft 56 read from the resolver 39, information will be received from a control unit 80 by communication link in this case.

[0078] Next, based on the output energy  $Pd$  searched for at step S106 of drawing 5, the basic opening BPF of a throttle valve 66 is set up (step S156). It asks for the opening BP of the throttle valve 66 from which an engine 50 will be in a steady operation condition to each output energy  $Pd$  in the example on the operation point of target torque  $Te^*$  set up based on each output energy  $Pd$ , and target engine-speed  $Ne^*$  by experiment etc. This shall be beforehand memorized as a map to ROM with which EFIECU70 is equipped and which is not illustrated, and the opening BP which corresponds from this map to the given output energy  $Pd$  shall be derived as basic opening BPF.

[0079] Then, processing which computes opening command value  $BP^*$  by the degree type (5) using the basic opening BPF and the rotational frequency  $Ne$ , and target rotational frequency  $Ne^*$  which were obtained is performed (step S158). Here,  $ke$  in a formula is a proportionality constant. Thus, by setting up opening command value  $BP^*$ , by target rotational frequency  $Ne^*$ , it is stabilized and an engine 50 is operated.

[0080]

$$BP^* = ke(Ne^* - Ne) + BPF \quad (5)$$

[0081] If opening command value  $BP^*$  is set up, deflection  $**BP$  will be computed by subtracting Opening BP from opening command value  $BP^*$  (step S160), processing only deflection  $**BP$  makes [ processing ] a throttle valve 66 drive [ processing ] with an actuator 68 will be performed (step S162), and this routine will be ended.

[0082] Next, fuel-injection control is explained based on the fuel-injection control manipulation routine illustrated to drawing 9. If this routine is performed, EFIECU70 will perform processing (step S164) which inputs the rotational frequency  $Ne$  of an engine 50 first, and processing which inputs the inhalation air content  $Q$  (step S166). The inhalation air content  $Q$  is calculable at the negative pressure of the inlet pipe detected by the inlet-pipe negative pressure sensor 72, and the rotational frequency  $Ne$  of an engine 50.

[0083] Then, the basic fuel oil consumption  $TP$  is computed according to a degree type (6) using the inhalation air content  $Q$  inputted at steps S164 and S166, and a rotational frequency  $Ne$  (step S168). In addition,  $kt$  in a formula is a constant.

$$TP = kt - Q/Ne \quad (6)$$

[0085] In this way, the real fuel oil consumption  $TAU$  is computed by applying various correction factors so that the calculated basic fuel oil consumption  $TP$  may be followed at a degree type (7) (step S170). Integral control action gradually decreases until it becomes a value corresponding to the Lean condition here after FAF's being an air-fuel ratio correction factor defined from the condition of Lean Rich of the gaseous mixture detected by the air-fuel ratio sensor which is not illustrated, integral control action's increasing gradually until the output of an air-fuel ratio sensor serves as a value corresponding to the rich condition of gaseous mixture, and being in a rich condition. FWL is a warming-up increase-in-quantity correction factor, and cooling water temperature takes 1.0 or more values between 60 degrees C or less. alpha and beta are other correction factors, for example, the correction factor about an intake temperature correction, transient amendment, supply voltage amendment, etc. corresponds.

[0086]

$$TAU = TP - FAF - FWL - \alpha - \beta \quad (7)$$

[0087] If the real fuel oil consumption  $TAU$  is computed at step S170, the fuel injection duration which is equivalent to fuel oil consumption  $TAU$  as a matter of fact will be set to the counter which decides on the valve-opening time amount of a fuel injection valve 51 and which is not illustrated (step S172). Consequently, in the fuel injection valve drive manipulation routine which is not illustrated, the valve-opening drive of the fuel injection valve 51 is carried out, and the fuel of an initial complement is injected only for the valve-opening time amount set to that counter by the suction port of an engine 50.

[0088] By control explained above, a car runs the rate near the target rate  $Vm$ . Although the vehicle speed serves as the target rate  $Vm$  in above-mentioned control while running the road of a road surface condition predetermined on a calm and level flat way, fixed-speed transit is not carried out in fact in many cases at the target rate  $Vm$  set up according to the inclination of a wind or a road surface, and the road surface condition. In the example, control based on the fixed-speed transit control routine which will replace with above-mentioned control and will be illustrated to drawing 10 by above-mentioned control if a car becomes a rate near the target rate  $Vm$  is performed. In addition, when a setup of the target rate  $Vm$  by the operator makes the vehicle speed of a car when directions of a setup are performed the target rate  $Vm$ , immediately after step S100 thru/or S112

are performed among processings of drawing 5 , control based on the fixed-speed transit control routine of drawing 10 is performed.

[0089] If a fixed-speed transit control routine is performed, it will calculate velocity-error  $**V$  by the control CPU 90 of a control unit 80 performing processing which reads the vehicle speed V first detected by the speed sensor 86 (step S174), and reducing the vehicle speed V read from the target rate  $V_m$  (step S176). And the new basic output energy  $P_{df}$  is computed by the degree type (8) using calculated velocity-error  $**V$  and the last basic output energy  $P_{df}$  (step S178). Here, the last basic output energy  $P_{df}$  is the new basic output energy  $P_{df}$  set up at step S178, when this routine is performed last time, and when this routine begins and is performed, the output energy  $P_d$  set up at step S106 of the routine of drawing 5 is used as last basic output energy  $P_{df}$ . Moreover,  $Kv1$  in a formula (8) is a proportionality constant.

[0090]

$P_{df} = \text{the last } P_{df} + Kv1 \text{ and } **V \text{ -- (8)}$

[0091] Next, the remaining capacity  $BRM$  of the dc-battery 94 detected by the remaining capacity detector 99 is inputted (step S180), and the remaining capacity  $BRM$  of the inputted dc-battery 94 judges whether it is in the range set up by a threshold  $B1$  and threshold  $B-2$  (step S182). Here, a threshold  $B1$  is set up as a value of the remaining capacity which starts charge of a dc-battery 94, and the value is defined in consideration of remaining capacity required to carry out predetermined time transit of the car by the assistant motor 40 etc., where remaining capacity and an engine 50 required to start an engine 50 are suspended. Threshold  $B-2$  is set up as remaining capacity which starts discharge of a dc-battery 94, and the value is set that the capacity which can accumulate the power revived by the clutch motor 30 or the assistant motor 40 from the driving shaft 22 which is carrying out the rotation drive when a car is made to brake remains in a dc-battery 94.

[0092] When there is remaining capacity  $BRM$  within limits defined by the threshold  $B1$  and threshold  $B-2$ , the basic output energy  $P_{df}$  is set as the output energy  $P_d$  as it is (step S186). The output energy  $P_d$  is set up as a value which added the charge energy  $P_{bi}$  to the basic output energy  $P_{df}$  when remaining capacity  $BRM$  was less than [ threshold  $B1$  ] (step S184), and when remaining capacity  $BRM$  is more than threshold  $B-2$ , the output energy  $P_d$  is set up as a value which subtracted spark discharge energy  $P_{bo}$  from the basic output energy  $P_{df}$  (step S188). Here, the charge energy  $P_{bi}$  is the energy for charging a dc-battery 94, and is set up based on the remaining capacity  $BRM$  of a predetermined value or a dc-battery 94. Moreover, spark discharge energy  $P_{bo}$  is energy which discharges from a dc-battery 94, and is set up based on a predetermined value or the remaining capacity  $BRM$  of a dc-battery 94.

[0093] In this way, if the output energy  $P_d$  is set up, this output energy  $P_d$  will be  $**(\text{ed})$  by target torque  $T_{e*}$  of an engine 50, it will ask for target rotational frequency  $N_{e*}$  of an engine 50 (step S190), and torque command value  $T_{a*}$  of the assistant motor 40 will be calculated by the degree type (9) using last torque command value  $T_{a*}$  and velocity-error  $**V$  (step S192). Here, the last torque command value  $T_{a*}$  is new torque command value  $T_{a*}$  set up at step S192, when this routine is performed last time, and when this routine begins and is performed, torque command value  $T_{a*}$  set up at step S112 of the routine of drawing 5 is used as last torque command value  $T_{a*}$ . Moreover, among a formula (9),  $Kv2$  is a proportionality constant and has the above-mentioned proportionality constant  $Kv1$  and the relation of a degree type (10).

[0094]

$T_{a*} = \text{the last } T_{a*} + Kv2 \text{ and } **V \text{ -- (9)}$

$Kv2 = Kv1 / Nd \text{ -- (10)}$

[0095] In this way, a setup of target rotational frequency  $N_{e*}$  of an engine 50 and torque command value  $T_{a*}$  of the assistant motor 40 performs control (step S194) of the clutch motor 30, control (step S196) of the assistant motor 40, and control (step S198) of an engine 50 using the set-up set point. Since these the control of each is the same as each control of step S114 of drawing 5 thru/or S118 mentioned above, the detailed explanation is omitted. In addition, although only target engine-speed  $N_{e*}$  of an engine 50 and torque command value  $T_{a*}$  of the assistant motor 40 are set up among the set points required for these control in the fixed-speed transit control routine, that to which target torque  $T_{e*}$  of an engine 50 and torque command value  $T_{c*}$  of the clutch motor 30 were set at steps S108 and S110 of drawing 5 is used.

[0096] Next, by performing such a fixed-speed transit control routine explains signs that the vehicle speed V is maintained at the target rate  $V_m$ . First, when the remaining capacity  $BRM$  of a dc-battery 94 is in the range (henceforth the proper range) set up by a threshold  $B1$  and threshold  $B-2$ , signs that the vehicle speed V of a car is maintained at the target rate  $V_m$  are explained based on drawing 11 which illustrates this situation. In the fixed-speed transit control routine of drawing 10 , by the inclination of a wind or a road, if only velocity-error

\*\*V 1 becomes small, the vehicle speed V from the target rate Vm While setting up the basic output energy Pd with which value Kv1 and \*\*V1 were added to the last basic output energy Pd as output energy Pd (steps S178 and S186) Based on this set-up output energy Pd, target rotational frequency Ne\* of an engine 50 is calculated (step S190). Torque command value Ta\* of the assistant motor 40 is set up as what added value Kv2 and \*\*V1 which becomes settled according to velocity-error \*\*V1 in the last torque command value Ta\* at the same time it controls an engine 50 (step S198) (step S192). The assistant motor 40 is controlled (step S196).

[0097] Consequently, as shown in drawing 11, since only value Kv2 and \*\*V 1 are increased immediately, as for velocity-error \*\*V of the vehicle speed V and the target rate Vm, the torque Ta of the assistant motor 40 by which a direct output is carried out to the driving shaft 22 as an output shaft of power is negated, and the vehicle speed V is maintained at the target rate Vm. By quick torque change of such an assistant motor 40, even if velocity-error \*\*V arises, the deflection is immediately made small and the vehicle speed V is made into the target rate Vm. The energy Pe which cannot operate by target engine-speed Ne\* immediately since the responsibility is low as compared with torque change of the assistant motor 40, although it is controlled so that, as for an engine 50, target engine-speed Ne\* will newly be set up on the other hand and the opening of a throttle valve 66 will also be in target operational status immediately, but is outputted from an engine 50 is overdue, and desired value (output energy Pd) is reached. Therefore, the power which the increment in torque of the assistant motor 40 takes can be provided with the energy Pe outputted from an engine 50. In the example, the power which will be insufficient by the time an engine 50 results in target operational status is supplied from a dc-battery 94.

[0098] In this way, if velocity-error \*\*V2 arise at the vehicle speed V and the target rate Vm again after the vehicle speed V is maintained at the target rate Vm, while the energy Pe outputted in the direction which negates these velocity-error \*\*V2 from an engine 50 is fluctuated, torque command value Ta\* of the assistant motor 40 will be fluctuated, and velocity-error \*\*V2 will be negated, and let the vehicle speed V be the target rate Vm. Under the present circumstances, although the power of excess and deficiency arises to the power which torque change of the assistant motor 40 takes since the responsibility of change of the energy Pe outputted from an engine 50 to the responsibility of torque change of the assistant motor 40 is low, the power of this excess and deficiency is adjusted by the charge and discharge of a dc-battery 94.

[0099] The situation of change of the operation point of the engine 50 at the time of negating velocity-error \*\*V of the vehicle speed V and the target rate Vm and the operation point of a driving shaft 22 is shown in drawing 12 and drawing 13. Drawing 12 is the situation of change when the rotational frequency Ne of an engine 50 is larger than the rotational frequency Nd of a driving shaft 22, and drawing 13 is the situation of change when the rotational frequency Ne of an engine 50 is smaller than the rotational frequency Nd of a driving shaft 22.

[0100] When the engine speed Ne of an engine 50 is larger than the engine speed Nd of a driving shaft 22, as shown in drawing 12, the operation point of an engine 50 and a driving shaft 22 is changed. Namely, the engine 50 Velocity-error \*\*V is negated from the operation point PE 1 (Torque Te, rotational frequency Ne1) on a curve with the same energy of the output energy Pd 1 which is energy required to maintain the vehicle speed V at the target rate Vm before velocity-error \*\*V arises. Again, although maintained at the target rate Vm, the vehicle speed V Energy only augend Kv1 and \*\*V of required energy among the operation points on the same curve of the energy of the output energy Pd 2 higher than the output energy Pd 1 The operation point PE 2 with a but big rotational frequency with same operation point PE 1 and torque It is changed into (Torque Te and a rotational frequency Ne2). And a driving shaft 22 is followed on modification of the operation point of this engine 50. the operation point PE 1 and the operation point PD 1 (an output torque Td1 --) on a curve with the same energy The operation point PD 1 and a rotational frequency are changed into the same operation point PD 2 (an output torque Td2, rotational frequency Nd) with an output torque but big [ value Kv2 and \*\*V ] from a rotational frequency Nd among the operation point PE 2 and the operation point on a curve with the same energy. Augend Kv2 and \*\*V of the output torque of this driving shaft 22 are performed when only value Kv2 and \*\*V increase the torque Ta of the assistant motor 40 at step S192 of a fixed-speed transit control routine. In addition, since the torque Te of an engine 50 is kept constant, the torque Tc of the clutch motor 30 is not changed.

[0101] When the rotational frequency Ne of an engine 50 is smaller than the rotational frequency Nd of a driving shaft 22 As shown in drawing 13, like the time when the rotational frequency Ne of an engine 50 is larger than the rotational frequency Nd of a driving shaft 22 An engine 50 is changed into operation in the operation point PE 2 (Torque Te, rotational frequency Ne2) from the operation point PE 1 (Torque Te, rotational frequency Ne1). A driving shaft 22 is changed into operation in the operation point PD 2 (an output torque Td2, rotational frequency Nd) from the operation point PD 1 (an output torque Td1, rotational frequency Nd). In this case, since

regenerative control of the assistant motor 40 is carried out based on the torque  $T_a$  of a negative value, the increment in Torque  $T_a$  is expressed by increasing only value  $Kv2$  and  $**V$  as that to which that absolute value becomes small. In addition, in drawing 13, although the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22 was shown about the case of being bigger than the engine speed  $N_e2$  of an engine 50. Although the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22 is larger than the engine speed  $N_e1$  of an engine 50, when smaller than an engine speed  $N_e2$ . Since it will be in the condition of drawing 12 by modification of the operation point of an engine 50, the clutch motor 30 will be changed into regenerative control from power running control, and the assistant motor 40 will be conversely changed into power running control from regenerative control.

[0102] Next, the vehicle speed  $V$  explains based on drawing 14 as which the remaining capacity  $BRM$  of a dc-battery 94 illustrates this situation about signs that it is maintained at the proper range, at the target rate  $V_m$  at the fixed time. When it detects that the remaining capacity  $BRM$  of a dc-battery 94 is less than [ threshold  $B1$  ], in the fixed-speed transit control routine of drawing 10 While setting up the output energy  $P_d$  as what added the charge energy  $P_{bi}$  to the basic output energy  $P_{df}$  (step S184) Since target engine-speed  $N_e*$  of an engine 50 is calculated based on this set-up output energy  $P_d$  (step S190) and an engine 50 is controlled (step S198), as shown in drawing 14 Only the charge energy  $P_{bi}$  increases the energy  $P_d$  which should be outputted from an engine 50. On the other hand, since it is kept constant since torque command value  $T_{c*}$  of the clutch motor 30 does not have modification in target torque  $T_{e*}$  of an engine 50, and torque command value  $T_{a*}$  of the assistant motor 40 does not produce velocity-error  $**V$  at the vehicle speed  $V$  and the target rate  $V_m$  of a car, either and it is kept constant, the energy transmitted to a driving shaft 22 from the clutch motor 30 and the assistant motor 40 before and after the increment in the energy  $P_d$  outputted from an engine 50 is equal. Therefore, all the increment of the energy  $P_d$  outputted from an engine 50 will be used for charge of a dc-battery 94.

[0103] The situation of change of the operation point of the engine 50 in the case of charge of such a dc-battery 94 and the operation point of a driving shaft 22 is shown in drawing 15 and drawing 16. Drawing 15 is the situation of change when the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 is larger than the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22, and drawing 16 is the situation of change when the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 is smaller than the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22.

[0104] As shown in drawing 15 and drawing 16, an engine 50 Although maintained at the target rate  $V_m$ , the vehicle speed  $V$  the operation point  $PE$  1 (Torque  $T_e$  --) on a curve with same basic output energy  $P_{df}$  and energy which are required energy Although the operation point  $PE$  1 and torque are changed into the same operation point  $PE$  2 (Torque  $T_e$ , engine speed  $N_e2$ ) with a but big engine speed from an engine speed  $N_e1$  among the operation points on a curve with the energy same [ the charge energy  $P_{bi}$  required for charge of a dc-battery 94 ] with high energy A driving shaft 22 will be operated irrespective of modification of the operation point of an engine 50 on the operation point  $PE$  1 and the operation point  $PD$  1 (an output torque  $T_{d1}$ , rotational frequency  $N_d$ ) on a curve with the same energy. Therefore, on energy balance, since the energy expressed in the field  $G_{bi}$  in drawing equivalent to the increment ( $N_e2-N_e1$ ) of the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 is found out as excessive energy, charge of a dc-battery 94 is performed by the energy of this surplus.

[0105] The energy expressed in the field  $G_{bi}$  which is excessive energy In the time when the rotational frequency  $N_e$  of the engine 50 of drawing 15 is larger than the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22 From the rotational frequency difference  $N_c$  which is the deflection of the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 and the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22 being a forward value, and the deflection increasing It is found out as an increment in the power by the regenerative control of the clutch motor 30 revived. In the time when the rotational frequency  $N_e$  of the engine 50 of drawing 16 is smaller than the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22 The engine-speed difference  $N_c$  is a negative value, and since the deflection decreases, it will be found out as reduction of power required for power running control of the clutch motor 30. In addition, although drawing 16 showed the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22 about the case of being bigger than the engine speed  $N_e2$  of an engine 50, and the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22 is larger than the engine speed  $N_e1$  of an engine 50, when smaller than an engine speed  $N_e2$ , the clutch motor 30 will be changed into regenerative control from power running control by modification of the operation point of an engine 50.

[0106] When it detects that the remaining capacity  $BRM$  of a dc-battery 94 is more than threshold  $B-2$ , moreover, in the fixed-speed transit control routine of drawing 10 While setting up the output energy  $P_d$  as what subtracted spark discharge energy  $P_{bo}$  from the basic output energy  $P_{df}$  (step S188) Since target engine-speed  $N_e*$  of an engine 50 is calculated based on this set-up output energy  $P_d$  (step S190) and an engine 50 is controlled (step S198), as shown in drawing 14 As for the energy  $P_d$  which should be outputted from an engine 50, only spark discharge energy  $P_{bo}$  decreases. Since torque command value  $T_{c*}$  of the clutch motor 30 and the

assistant motor 40 and  $Ta^*$  do not change before and after reduction of the energy  $Pd$  outputted from an engine 50 like the time of the remaining capacity  $BRM$  of the above-mentioned dc-battery 94 being less than [ threshold B1 ], the energy outputted to a driving shaft 22 from both the motors 30 and 40 is equal. Therefore, only the part to which the energy  $Pd$  outputted from an engine 50 decreased will run short of energy, and this insufficiency will be provided with the power which discharges from a dc-battery 94.

[0107] The situation of change of the operation point of the engine 50 in the case of discharge of such a dc-battery 94 and the operation point of a driving shaft 22 is shown in drawing 17 and drawing 18. Drawing 17 is the situation of change when the rotational frequency  $Ne$  of an engine 50 is larger than the rotational frequency  $Nd$  of a driving shaft 22, and drawing 18 is the situation of change when the rotational frequency  $Ne$  of an engine 50 is smaller than the rotational frequency  $Nd$  of a driving shaft 22.

[0108] As shown in drawing 17 and drawing 18, an engine 50 Although maintained at the target rate  $Vm$ , the vehicle speed  $V$  the operation point  $PE$  1 (Torque  $Te$  --) on the same energy curve of the basic output energy  $Pdf$  which is required energy Although the operation point  $PE$  1 and torque are changed into the same operation point  $PE$  2 (Torque  $Te$ , engine speed  $Ne2$ ) with a but big engine speed from an engine speed  $Ne1$  among the operation points on a curve only with the spark discharge energy  $Pbo$  same [ energy with low energy ] which discharges from a dc-battery 94 A driving shaft 22 will be operated irrespective of modification of the operation point of an engine 50 on the operation point  $PE$  1 and the operation point  $PD$  1 (an output torque  $Td1$ , rotational frequency  $Nd$ ) on a curve with the same energy. Therefore, the energy expressed in the field  $Gbo$  in drawing equivalent to the decrement ( $Ne2-Ne1$ ) of the rotational frequency  $Ne$  of an engine 50 will run short on energy balance, and meals will be provided with the power with which this insufficiency discharges from a dc-battery 94.

[0109] The energy expressed in the field  $Gbo$  which is the insufficiency of energy In the time when the rotational frequency  $Ne$  of the engine 50 of drawing 17 is larger than the rotational frequency  $Nd$  of a driving shaft 22 It is expressed as reduction of the power by the regenerative control of the clutch motor 30 accompanying reduction of the engine-speed difference  $Nc$  of a positive number revived. It is expressed with the time when the rotational frequency  $Ne$  of the engine 50 of drawing 18  $R>8$  is smaller than the rotational frequency  $Nd$  of a driving shaft 22 as an increment in power required for power running control of the clutch motor 30 accompanying the increment in the deflection of the rotational frequency difference  $Nc$  of a negative number. In addition, although drawing 17 showed the engine speed  $Nd$  of a driving shaft 22 about the case of being smaller than the engine speed  $Ne2$  of an engine 50, and the engine speed  $Nd$  of a driving shaft 22 is smaller than the engine speed  $Ne1$  of an engine 50, when larger than an engine speed  $Ne2$ , the clutch motor 30 will be changed into power running control from regenerative control by modification of the operation point of an engine 50.

[0110] Next, signs that control based on velocity-error  $**V$  and control of the charge and discharge of a dc-battery 94 are performed to coincidence are explained based on drawing 19 which illustrates this situation. This actuation combines the control based on velocity-error  $**V$  explained using drawing 11, and control of the charge and discharge of the dc-battery 94 explained using drawing 14. Actuation when velocity-error  $**V$  arises from charge initiation of a dc-battery 94 before charge termination was shown in drawing 19.

[0111] If it detects that the remaining capacity  $BRM$  of a dc-battery 94 is less than [ threshold B1 ] so that it may illustrate, since the energy  $Pd$  which should be outputted from an engine 50 is set up as a value with which the charge energy  $Pbi$  required for charge of a dc-battery 94 was added to the basic output energy  $Pdf$ , a dc-battery 94 will be charged by the added charge energy  $Pbi$ . In this condition, as mentioned above, torque command value  $Tc^*$  of the clutch motor 30 and the assistant motor 40 and  $Ta^*$  do not change. If velocity-error  $**V3$  arise during charge of such a dc-battery 94, since only value  $Kv1$  and  $**V3$  of energy required for the basic output energy  $Pdf$  to negate these velocity-error  $**V3$  are added, only these value  $Kv1$  and  $**V3$  will increase the energy  $Pd$  which should be outputted from an engine 50. And this energy that increased is given to a driving shaft 22 from the assistant motor 40 because only value  $Kv2$  and  $**V3$  increase torque command value  $Ta^*$  of the assistant motor 40, velocity-error  $**V3$  are negated, and the vehicle speed  $V$  serves as the target rate  $Vm$ . In addition, in this condition, only the value ( $Pbi+Kv1$  and  $**V3$ ) is increasing the energy  $Pe$  outputted from an engine 50, in view of before charge of a dc-battery 94.

[0112] Then, if the remaining capacity  $BRM$  of a dc-battery 94 becomes larger than a threshold B1, as for the energy  $Pd$  which should output them from an engine 50 since a stop and the basic output energy  $Pdf$  are set as the output energy  $Pd$  as it is, only the charge energy  $Pbi$  will decrease adding the charge energy  $Pbi$  to the basic output energy  $Pdf$ , and setting up the output energy  $Pd$ . In this condition, since the condition that only value  $Kv1$  and  $**V3$  based on velocity-error  $**V3$  in the basic output energy  $Pdf$  were increased is continued, in view of

before charge of a dc-battery 94, only value Kv1 and \*\*V 3 are increasing and, as for the energy Pe outputted from an engine 50, the torque Ta of the assistant motor 40 is increasing only value Kv2 and \*\*V 3.

[0113] The situation of change of the operation point of the engine 50 in the case of the control based on such velocity-error \*\*V and control of the charge and discharge of a dc-battery 94 and the operation point of a driving shaft 22 is shown in drawing 2020 and drawing 21. Drawing 20 is the situation of change when the rotational frequency Ne of an engine 50 is larger than the rotational frequency Nd of a driving shaft 22, and drawing 21 is the situation of change when the rotational frequency Ne of an engine 50 is smaller than the rotational frequency Nd of a driving shaft 22.

[0114] As shown in drawing 20 and drawing 21, when starting charge of a dc-battery 94 An engine 50 Although maintained at the target rate Vm, the vehicle speed V the operation point PE 1 (Torque Te →) on a curve with same output energy Pd 1 and energy which are required energy The operation point PE 1 and torque are changed into the same operation point PE 2 (Torque Te, engine speed Ne2) with a but big engine speed from an engine speed Ne1 among the operation points on a curve with the energy same [ the charge energy Pbi required for charge of a dc-battery 94 ] with high energy. At this time, a driving shaft 22 is operated irrespective of modification of the operation point of an engine 50 on the operation point PE 1 and the operation point PD 1 (an output torque Td1, rotational frequency Nd) on a curve with the same energy. Consequently, the energy expressed in the field Gbi in drawing equivalent to the increment (Ne2-Ne1) of the rotational frequency Ne of an engine 50 is found out as excessive energy, and charge of a dc-battery 94 is performed by this energy.

[0115] When velocity-error \*\*V3 arise in this condition, an engine 50 Although the energy which added the charge energy Pbi to the output energy Pd 1 negates velocity-error \*\*V3 from the operation point PE 2 (Torque Te, rotational frequency Ne2) on the same curve and maintains the vehicle speed V at the target rate Vm again The energy with which the charge energy Pbi was added to the high output energy Pd 2 of energy only augend Kv1 and \*\*V 3 of required energy among the operation points on the same curve The operation point PE 3 with a but big rotational frequency with same operation point PE 2 and torque It is changed into (Torque Te and a rotational frequency Ne3). At this time, the torque Ta of the assistant motor 40 Since only value Kv2 and \*\*V 3 are increased, a driving shaft 22 The operation point PD 1 The output energy Pd 2 and energy higher than this operation point PD 1 only value Kv1 and \*\*V 3 among the operation points on the same curve from (an output torque Td1 and a rotational frequency Nd) The operation point PD 2 with an output torque but big [ value Kv2and\*\*V ] with same operation point PD 1 and rotational frequency It is changed into (an output torque Td2 and a rotational frequency Nd). Velocity-error \*\*V is negated by the increment in torque of such an assistant motor 40, and the vehicle speed V serves as the target rate Vm. In addition, since the deflection of only the charge energy Pbi is continuing also in this condition to the output energy from an engine 50, and the energy transmitted to a driving shaft 22, a dc-battery 94 continues being charged by this charge energy Pbi irrespective of the increment in torque of the assistant motor 40.

[0116] When ending charge of a dc-battery 94, an engine 50 the operation point PE 3 (Torque Te --) on a curve with the same energy with which the charge energy Pbi was added to the output energy Pd 2 From an engine speed Ne3, among the operation points on a curve only with the charge energy [ required for charge of a dc-battery 94 ] Pbi same [ the low output energy Pd 2 and the energy of energy ] The operation point PE 4 with a but small engine speed with same operation point PE 1 and torque It is changed into (Torque Te and a rotational frequency Ne4). At this time, a driving shaft 22 is operated irrespective of modification of the operation point of an engine 50 on the operation point PD 2 (an output torque Td2, rotational frequency Nd) on a curve with same output energy Pd 2 and energy. Consequently, since energy with same operation point PE 4 of an engine 50 and operation point PD of a driving shaft 22 2 serves as the operation point on the same curve, torque conversion of all the power outputted from an engine 50 will be carried out by the clutch motor 30 and the assistant motor 40, it will be outputted to a driving shaft 22, and the charge and discharge from a dc-battery 94 are lost.

[0117] In addition, although drawing 21 showed the engine speed Nd of a driving shaft 22 about the case of being bigger than the engine speed Ne3 of an engine 50, the engine speed Nd of a driving shaft 22 is larger than the engine speed Ne1 of an engine 50 and it is larger than the engine speed Ne2 when smaller than an engine speed Ne2, when smaller than an engine speed Ne3, the clutch motor 30 will be changed into regenerative control from power running control by modification of the operation point of an engine 50.

[0118] In addition, although only actuation when velocity-error \*\*V of a forward value arises from charge initiation of a dc-battery 94 before charge termination was shown in drawing 19 thru/or drawing 21 Actuation when velocity-error \*\*V of a forward or negative value arises from actuation when velocity-error \*\*V of a negative value arises from charge initiation of a dc-battery 94 before charge termination, and discharge starting

of a dc-battery 94 before discharge termination can be considered the same way.

[0119] According to the power output unit 20 of the 1st example explained above, since the torque of the assistant motor 40 is fluctuated while fluctuating the energy  $P_e$  outputted from an engine 50, even if velocity-error  $**V$  arises at the vehicle speed  $V$  and the target rate  $V_m$ , velocity-error  $**V$  can be negated and the vehicle speed  $V$  can be made into the target rate  $V_m$ . And since the change in the torque of the assistant motor 40 is immediately performed by the charge and discharge of a dc-battery 94, velocity-error  $**V$  is canceled immediately and the vehicle speed  $V$  is maintained at the target rate  $V_m$ . Consequently, the vehicle speed  $V$  can be made into the target rate  $V_m$  in a high precision. Moreover, since torque  $T_c$  of the clutch motor 30 was made into the value fixed irrespective of the existence of velocity-error  $**V$ , it only fluctuates the torque  $T_a$  of the assistant motor 40, and can control it to maintain the vehicle speed  $V$  at the target rate  $V_m$ .

[0120] Moreover, according to the power output unit 20 of the 1st example, when there is no remaining capacity  $BRM$  of a dc-battery 94 in the proper range, remaining capacity  $BRM$  can be carried out within proper limits by performing the charge and discharge of a dc-battery 94. And the change in energy corresponding to the charge and discharge of a dc-battery 94 can be performed with the energy  $P_e$  outputted from an engine 50.

[0121] In addition, although the power output unit 20 of the 1st example shall perform control based on travel-speed deflection  $**V$  which is control of fixed-speed transit, and control of the charge and discharge of a dc-battery 94 to coincidence by the fixed-speed transit control routine, it is good also as what performs only control based on velocity-error  $**V$ . In this case, step S180 of the fixed-speed transit control routine of drawing 10  $R > 0$  thru/or S188 become unnecessary.

[0122] Moreover, although torque command value  $T_a*$  of the assistant motor 40 was controlled by the power output unit 20 of the 1st example to negate this velocity-error  $**V$  for control of fixed-speed transit based on velocity-error  $**V$  of the vehicle speed  $V$  and the target rate  $V_m$  It is good also as what in addition to the control based on velocity-error  $**V$  calculates the amount of differential of the vehicle speed  $V$ , i.e., rate of change, and controls torque command value  $T_a*$  of the assistant motor 40 based on this rate of change. If it carries out like this, it is stabilized more and the vehicle speed  $V$  can be maintained at the target rate  $V_m$ .

[0123] When target engine-speed  $N_e*$  is set up, opening command value  $BP*$  is set up, and the power output unit 20 of the 1st example is available also as a thing to depend on the engine speed  $N_e$  of an engine 50 and which does not carry out feedback control, although feedback control of opening command value  $BP*$  shall be carried out at the engine speed  $N_e$  of an engine 50 by control of the opening  $BP$  of a throttle valve 66.

[0124] Although velocity-error  $**V$  arose, the charge and discharge of the dc-battery 94 were carried out, or target torque  $T_e*$  of an engine 50 was not smoothly changed to the change in the output energy  $P_d$  in the case and target rotational frequency  $N_e*$  of an engine 50 was changed in the power output unit 20 of the 1st example, it is good also as that to which target torque  $T_e*$  is also changed. In this case, it replaces with processing of steps S190 and S192 of the fixed-speed transit control routine of drawing 10 , and step S290 illustrated to the fixed-speed transit control routine of drawing 22 thru/or processing of S293 are performed. Namely, after setting up the output energy  $P_d$  by step S184 of the fixed-speed transit control routine of drawing 10 thru/or S188, first, the same with having set up at step S108 of the initial manipulation routine of fixed-speed transit of drawing 5 An engine 50 is operated in the condition that effectiveness is high as much as possible, to the set-up output energy  $P_d$ . And target torque  $T_e*$  of the engine 50 from which the operational status of an engine 50 changes smoothly to change of the output energy  $P_d$ , and target rotational frequency  $N_e*$  are set up (step S290). Then, target torque  $T_e*$  of an engine 50 is set as torque command value  $T_c*$  of the clutch motor 30 (step S291), and torque deflection  $**T_c$  of the clutch motor 30 is calculated by the degree type (11). And torque command value  $T_a*$  of the assistant motor 40 is computed by the degree type (12).

[0125]

$**T_c = T_c* - \text{The last } T_c* -- (11)$

$T_a* = \text{the last } T_a* - **T_c + K_v2$  and  $**V -- (12)$

[0126] Here, although torque deflection  $**T_c$  of the clutch motor 30 is subtracted from torque command value  $T_a*$  computed by the formula (9) in a formula (12) compared with the formula (9) mentioned above, since the torque  $T_c$  of the clutch motor 30 changes by changing target torque  $T_e*$  of an engine 50 with the change in the output energy  $P_d$ , this is for negating a part for the change.

[0127] The situation of change of the operation point of the engine 50 at the time of changing target torque  $T_e*$  of an engine 50 and target engine-speed  $N_e*$  with the change in such output energy  $P_d$  and the operation point of a driving shaft 22 is shown in drawing 23 and drawing 2424 . Drawing 23 is the situation of change when the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 is larger than the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22, and

drawing 24 is the situation of change when the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 is smaller than the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22.

[0128] As shown in drawing 23 and drawing 24, an engine 50 The output energy  $P_d$  1 and energy among the operation points on the same curve among the operation points on a curve with same output energy  $P_d$  2 and energy from the high operation point  $PE_1$  (torque  $T_e$  1, rotational frequency  $N_e$  1) of effectiveness The high operation point  $PE_2$  of effectiveness It is changed into (torque  $T_e$  1 and a rotational frequency  $N_e$  2). A driving shaft 22 It follows on modification of the operation point of this engine 50. the operation point  $PE_1$  and the operation point  $PD_1$  (an output torque  $T_d$  1 --) on a curve with the same energy Torque is changed into the operation [ with same operation point  $PD_1$  and rotational frequency ] point  $PD_2$  (an output torque  $T_d$  2, rotational frequency  $N_d$ ) only with but big value  $Kv2$  and  $**V$  from a rotational frequency  $N_d$  among the operation point  $PE_2$  and the operation point on a curve with the same energy. In connection with this, the clutch motor 30 is also changed into torque  $T_c$  2 from torque  $T_c$  1, and the assistant motor 40 is also changed into torque  $T_a$  2 from torque  $T_a$  1. However, there is relation of an upper type (12) (13), i.e., a degree type, to torque change of both the motors 30 and 40.

[0129]

$$Ta_2 = Ta_1 - (Tc_2 - Tc_1) + Kv_2 \text{ and } **V \text{ -- (13)}$$

[0130] Since the thing which changes target torque  $T_{e*}$  of an engine 50 and target engine-speed  $N_{e*}$  according to the change in the output energy  $P_d$ , then an engine 50 will operate the power output unit 20 of the 1st example on the more efficient operation point as explained above, effectiveness as the whole can be made higher.

[0131] Although the power output unit 20 of the 1st example explains as what can operate an engine 50 by setting up the output energy  $P_d$  with the operation point of target torque  $T_{e*}$  and target engine-speed  $N_{e*}$ , with some precision of the actuator 67 of a throttle valve 66, the desired output energy  $P_d$  may be unable to be outputted from an engine 50. For example, when this drives a throttle valve 66 using the stepping motor which cannot be gradually positioned as an actuator 67, the opening BP of a throttle valve 66 cannot be set up gradually, and cannot set up the output energy  $P_d$  gradually. In such a case, although energy deflection arises to the set-up output energy  $P_d$  and the actual output energy  $P_d$ , this energy deflection is suppliable with the power output unit 20 of the 1st example with the charge and discharge of a dc-battery 94. This situation is shown in drawing 25 and drawing 26.

[0132] The curve of a broken line is a curve with same output energy  $P_d$  and energy which were set up among drawing 25 and drawing 26, and the curves of two or more continuous lines are the output energy  $P_d$  ( $BP_1$ ),  $P_d$  ( $BP_2$ ),  $P_d$  ( $BP_3$ ), and  $P_d$  ( $BP_4$ ) outputted from an engine 50, and a curve with the same energy, respectively, when the opening BP of a throttle valve 66 is adjusted. If the output energy  $P_d$  is now set up by step S184 of the fixed-speed transit control routine of drawing 10 thru/or S188, the opening BP of a throttle valve 66 will be controlled so that this output energy  $P_d$  is outputted from an engine 50. Since the opening BP of a throttle valve 66 cannot be gradually set up as mentioned above, however, an engine 50 As shown in drawing 25 and drawing 26, the output energy  $P_d$  and energy which were set up are not operated on the operation point on the same curve. From the set-up output energy  $P_d$ , the output energy  $P_d$  ( $BP_2$ ) and energy with slightly low energy in the operation point  $PE_1$  (drawing 25) on the same curve the output energy  $P_d$  -- the operation point  $PE_2$  (drawing 26) on a curve with same output energy  $P_d$  ( $BP_3$ ) and energy with slightly high energy -- it will be operated by that either.

[0133] When an engine 50 is operated from the output energy  $P_d$  on the operation point  $PE_1$  (drawing 25) on a curve with same output energy  $P_d$  ( $BP_2$ ) and energy with slightly low energy, As compared with the energy outputted to a driving shaft 22 by the clutch motor 30 and the assistant motor 40, the power which an engine 50 outputs will run short of the energy calculated by the formula ( $P_d - P_d$  ( $BP_2$ ))), i.e., the energy expressed in the field  $Gbo$  in drawing 25. This energy running short is provided with an example by discharge from a dc-battery 94, and the vehicle speed  $V$  of a car is maintained at the target rate  $V_m$  in it. Moreover, when an engine 50 is operated from the output energy  $P_d$  on the operation point  $PE_2$  (drawing 26) on a curve with same output energy  $P_d$  ( $BP_3$ ) and energy with slightly high energy, It compares with the energy outputted to a driving shaft 22 by the clutch motor 30 and the assistant motor 40. The energy calculated by the formula ( $P_d$  ( $BP_2$ ) -  $P_d$ ) among the power which an engine 50 outputs, i.e., the energy expressed in the field  $Gbi$  in drawing 26, turns into excessive energy. In the example, the energy of this surplus is used by charging a dc-battery 94, and the vehicle speed  $V$  of a car is maintained at the target rate  $V_m$ .

[0134] Thus, according to the power output unit 20 of the 1st example, even if deflection arises to the set-up

output energy  $P_d$  and the energy outputted from an engine 50, the charge and discharge of a dc-battery 94 can adjust this energy deflection. Therefore, it appears in the actuator 67 of a throttle valve 66 to also use a thing which has a low precision and which cannot set up the opening BP of a throttle valve 66 gradually. And even if it uses for an actuator 67 what has a low precision, the vehicle speed  $V$  of a car can be stabilized and maintained at the target rate  $V_m$ .

[0135] Although the initial manipulation routine of fixed-speed transit of drawing 5 and the fixed-speed transit control routine of drawing 10 were performed in the power output unit 20 of the 1st example in order to maintain the vehicle speed  $V$  of a car at the target rate  $V_m$ , these routines are also applicable to the constant-speed-drive control which carries out the rotation drive of the driving shaft 22 by fixed speed. In this case, what is necessary is to replace with drawing 5 and the target rate  $V_m$  of the routine of drawing 10, to replace with the vehicle speed  $V$  using target rotational frequency  $N_d*$ , and just to use a rotational frequency  $N_d$ . In addition, the engine speed  $N_d$  of a driving shaft 22 is detectable with the resolver 48 attached in the driving shaft 22. Thus, if constant-speed-drive control which carries out the rotation drive of the driving shaft 22 with the power output unit 20 of the 1st example at fixed speed is performed, also when the power output unit 20 is carried in transportation other than a car, and other machines (for example, a vessel, aircraft, etc.) (for example, machine tool etc.), it can apply.

[0136] Although the clutch motor 30 and the assistant motor 40 were separately attached in the driving shaft 22, respectively, you may constitute from a power output unit 20 of the 1st example like power output unit 20A illustrated to drawing 27 so that a clutch motor and an assistant motor may be united. It explains briefly [ below ] about the configuration of power output unit 20A of this modification. Clutch motor 30 of this power output unit 20A A consists of inner rotor 34A combined with the crankshaft 56, and outer rotor 32A combined with the driving shaft 22, three phase coil 36A is attached in inner rotor 34A, and permanent magnet 35A is inserted in outer rotor 32A so that the magnetic pole by the side of that peripheral face may differ from the magnetic pole by the side of inner skin, so that it may illustrate. On the other hand, assistant motor 40A consists of stators 43 in which outer rotor 32A and the three phase coil 44 of this clutch motor 30A were attached. That is, it has composition in which outer rotor 32A of clutch motor 30A A serves as Rota of assistant motor 40A. In addition, since three phase coil 36A is attached in inner rotor 34A combined with the crankshaft 56, the rotation transformer 38 which supplies power to three phase coil 36 of clutch motor 30A A is attached in the crankshaft 56.

[0137] It operates like the clutch motor 30 of the above-mentioned power output unit 20 which attached the clutch motor 30 and the assistant motor 40 in the driving shaft 22 separately by controlling by this power output unit 20A the electrical potential difference impressed to three phase coil 36 of inner rotor 34A A to the magnetic pole by the side of the inner skin of permanent magnet 35A inserted in outer rotor 32A. Moreover, it operates like the assistant motor 40 of the power output unit 20 by controlling the electrical potential difference impressed to the three phase coil 44 of a stator 43 to the magnetic pole by the side of the peripheral face of permanent magnet 35A inserted in outer rotor 32A. Therefore, this power output unit 20A operates similarly about all actuation of the power output unit 20 mentioned above.

[0138] According to power output unit 20A of such a modification, since outer rotor 32A serves as one side of Rota of clutch motor 30A, and Rota of assistant motor 40A, a miniaturization and lightweight-izing of a transmission can be attained.

[0139] Next, power output unit 20B which is the 2nd example of this invention is explained. Drawing 28 is a block diagram which illustrates the outline of the configuration of power output unit 20B of the 2nd example. Power output unit 20B of the 2nd example is carrying out the same configuration as the configuration of the power output unit 20 of the 1st example except for the point that the assistant motor 40 is attached in the crankshaft 56 between an engine 50 and the clutch motor 30 so that it may illustrate. For this reason, in drawing 28, the control unit 80 grade which is the same part among drawing 2 equivalent to drawing which illustrates the configuration of power output unit 20B of the 2nd example was omitted. Moreover, when power output unit 20B of the 2nd example is carried in a car, it becomes the configuration illustrated to drawing 1, and the same configuration. Therefore, the sign same about the same configuration as the power output unit 20 of the 1st example is attached among the configurations of power output unit 20B of the 2nd example, and the explanation is omitted. In addition, unless it shows clearly, the sign used on the occasion of explanation of the 1st example is used in the semantics same as it is.

[0140] Power output unit 20B of the 2nd example operates as follows. The torque  $T_e$  on a curve with the now fixed output energy as which an engine 50 is expressed at the torque and the rotational frequency of drawing 4

is operated with torque  $T_1$ , and the rotational frequency  $N_e$  is operated on the operation point of a rotational frequency  $N_1$ , and suppose that the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22 is a rotational frequency  $N_2$ . If Torque  $T_a$  ( $T_a = T_2 - T_1$ ) is added to a crankshaft 56 by the assistant motor 40 attached in the crankshaft 56, the energy expressed with the sum of the field  $G_2$  in drawing 4 and field  $G_3$  will be given to a crankshaft 56, and the torque of a crankshaft 56 will serve as a value  $T_2$  ( $T_1 + T_a$ ). On the other hand, if the torque  $T_c$  of the clutch motor 30 is controlled as torque  $T_2$ , while this torque  $T_c$  ( $T_1 + T_a$ ) will be outputted to a driving shaft 22, the power (energy expressed with the sum of a field  $G_1$  and field  $G_3$ ) based on the rotational frequency difference  $N_c$  of the rotational frequency  $N_e$  of an engine 50 and the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22 is revived. Therefore, if it sets up so that the torque  $T_a$  of the assistant motor 40 can be exactly provided with the power revived by the clutch motor 30, and this regeneration power is supplied to the 2nd drive circuit 92 through power-source Rhine L1 and L2, the assistant motor 40 will be driven with this regeneration power.

[0141] Next, the torque  $T_e$  in drawing 4 is operated with torque  $T_2$ , the rotational frequency  $N_e$  is operated for the engine 50 on the operation point of a rotational frequency  $N_2$ , and the time of the rotational frequency  $N_d$  of a driving shaft 22 being a rotational frequency  $N_1$  is considered. If it controls as a value asked for the torque  $T_a$  of the assistant motor 40 by  $T_2 - T_1$  at this time, regenerative control of the assistant motor 40 will be carried out, and it will revive the energy (power) expressed in the field  $G_2$  in drawing 4 from a crankshaft 56. On the other hand, since the inner rotor 34 rotates relatively [ hand of cut / of a driving shaft 22 ] at the rotational frequency of the rotational frequency difference  $N_c$  ( $N_1 - N_2$ ) to an outer rotor 32, the clutch motor 30 functions as a usual motor, and the energy expressed in the field  $G_1$  according to the rotational frequency difference  $N_c$  is given to a driving shaft 22 as rotational energy. Therefore, if it sets up so that the power consumed by the clutch motor 30 can be exactly provided with the power revived by the assistant motor 40 in the torque  $T_a$  of the assistant motor 40, the clutch motor 30 will be driven with the power revived by the assistant motor 40.

[0142] Therefore, if power output unit 20B of the 2nd example as well as the power output unit 20 of the 1st example controls the torque  $T_a$  of the assistant motor 40, and the torque  $T_c$  of the clutch motor 30 so that a degree type (14) and a formula (15) are realized, it can carry out torque conversion of the energy outputted from an engine 50 freely, and can be given to a driving shaft 22. In addition, since the relation between a formula (14) and a formula (15) is in an ideal condition in case the effectiveness of the clutch motor 30 and the assistant motor 40 is 100%,  $T_c \times N_d$  and  $T_a$  become small a little in fact.

[0143]

$$T_e N_e = T_c \times N_d \quad \text{--- (14)}$$

$$T_e + T_a = T_c = T_d \quad \text{--- (15)}$$

[0144] The fixed-speed transit control routine illustrated to the initial manipulation routine of fixed-speed transit and drawing 10 which illustrated power output unit 20B of the 2nd example as well as the power output unit 20 of the 1st example to drawing 5 can be performed so that the above explanation may show. However, steps S310 and S312 of the initial manipulation routine of fixed-speed transit which replaces with steps S110 and S112 in drawing 5, and is illustrated to drawing 29 about the initial manipulation routine of fixed-speed transit are performed, and steps S391 and S392 of the fixed-speed transit control routine which replaces with step S192 in drawing 10, and is illustrated to drawing 30 are performed about a fixed-speed transit control routine. This difference twists the assistant motor 40 to have arranged to the crankshaft 56 of an engine 50, namely, in power output unit 20B of the 2nd example Since it is only the clutch motor 30, that torque can be outputted to a driving shaft 22 receives velocity-error  $**V$ . Value  $Kv3$  and  $**V$  based on velocity-error  $**V$  are added to the last torque command value  $T_c*$ , new torque command value  $T_c*$  is set up (step S391), by controlling the clutch motor 30, velocity-error  $**V$  is negated and the vehicle speed  $V$  is maintained at the target rate  $V_m$ . In addition, since it is necessary to make torque  $T_c$  of the clutch motor 30 equal to the torque of a crankshaft 56, it sets the difference of torque command value  $T_c*$  of the clutch motor 30, and target torque  $T_e*$  of an engine 50 as torque command value  $T_a*$  of the assistant motor 40 (step S392), and is controlling the assistant motor 40.

[0145] According to power output unit 20B of the 2nd example explained above, since the torque of the clutch motor 30 and the assistant motor 40 is fluctuated while fluctuating the energy  $P_e$  outputted from an engine 50, even if velocity-error  $**V$  arises at the vehicle speed  $V$  and the target rate  $V_m$ , velocity-error  $**V$  can be negated and the vehicle speed  $V$  can be made into the target rate  $V_m$ . And since the change in the torque of the clutch motor 30 and the assistant motor 40 is provided by the charge and discharge of a dc-battery 94 and it is carried out immediately, velocity-error  $**V$  is canceled immediately and the vehicle speed  $V$  is maintained at the target rate  $V_m$ . Consequently, since fine control can be performed, it is stabilized and the vehicle speed  $V$  can be maintained at the target rate  $V_m$ .

[0146] In addition, when power output unit 20B of the 2nd example does not have the effectiveness BRM, i.e., the remaining capacity of a dc-battery 94, that the power output unit 20 of the 1st example does so in the proper range, either, the effectiveness which can carry out remaining capacity BRM within proper limits also does so by performing the charge and discharge of a dc-battery 94.

[0147] furthermore, power output unit 20B of the 2nd example as well as the power output unit 20 of the 1st example The configuration which changes target torque  $T_{e*}$  of an engine 50, and target rotational frequency  $N_{e*}$  according to modification of the output energy  $P_d$  based on the charge and discharge of velocity-error  $**V$  or a dc-battery 94, The configuration which controls torque command value  $T_{a*}$  of the assistant motor 40 based on the rate of change of the vehicle speed  $V$  in addition to control of torque command value  $T_{a*}$  of the assistant motor 40 by velocity-error  $**V$ , It is good also as the configuration which uses for the actuator 67 of a throttle valve 66 what has a low precision, a configuration which performs constant-speed-drive control which carries out the rotation drive of the driving shaft 22 by fixed speed. When it considers as these configurations, it cannot be overemphasized that the same effectiveness as the power output unit 20 of the 1st example is done so.

[0148] In addition, in power output unit 20B of the 2nd example, although the assistant motor 40 is attached in the crankshaft 56 between an engine 50 and the clutch motor 30, it is good also as arrangement which pinches an engine 50 by the assistant motor 40 and the clutch motor 30 like power output unit 20C of the modification illustrated to drawing 31.

[0149] Moreover, like power output unit 20D of a modification which illustrates power output unit 20B of the 2nd example to drawing 32, you may constitute so that it may be united in a clutch motor and an assistant motor. In power output unit 20D, it has the composition that outer rotor 32D of clutch motor 30D serves as Rota of assistant motor 40D so that it may illustrate. By controlling the electrical potential difference impressed to the three phase coil 36 of the inner rotor 34 to the magnetic pole by the side of the inner skin of permanent magnet 35D inserted in outer rotor 32D The same actuation as the clutch motor 30 of power output unit 20B of the 2nd example is attained. By controlling the electrical potential difference impressed to the three phase coil 44 of a stator 43 to the magnetic pole by the side of the peripheral face of permanent magnet 35D inserted in outer rotor 32D, the same actuation as the assistant motor 40 of power output unit 20B of the 2nd example is attained. Therefore, a miniaturization and lightweight-izing of a transmission can be attained.

[0150] Next, the power output unit 110 which is the 3rd example of this invention is explained. The block diagram showing the outline configuration of the car with which drawing 33 carried the power output unit 110 as the 3rd example of this invention, the block diagram in which drawing 34 shows the outline configuration of the power output unit 110 of the 5th example, and drawing 35 are the partial enlarged drawings of the power output unit 110 of drawing 34.

[0151] The car with which the power output unit 110 of the 3rd example was incorporated is carrying out the same configuration as the car ( drawing 1 ) with which the power output unit 20 of the 1st example was built into the crankshaft 156 except for the point that planetary gear 120, the motor MG 1, and the motor MG 2 are attached instead of [ the clutch motor 30 and the assistant motor 40 ], as shown in drawing 33 . Therefore, the sign which applied the value 100 is given to the same configuration, and the explanation is omitted in it. In addition, the sign used also by explanation of the power output unit 110 of the 3rd example on the occasion of explanation of the power output unit 20 of the 1st example unless it showed clearly is used in the semantics same as it is.

[0152] As shown in drawing 34 , the power output unit 110 of the 3rd example consists of control units 180 which carry out drive control of the motor MG 2 combined with the ring wheel 122 of the motor MG 1 greatly combined with the sun gear 121 of planetary gear 120 and planetary gear 120 with which the planetary carrier 124 was mechanically combined with the crankshaft 156 of an engine 150 and an engine 150, and planetary gear 120, and the motors MG1 and MG2.

[0153] Drawing 34 explains the configuration of planetary gear 120 and motors MG1 and MG2. The sun gear 121 combined with the sun gear shaft 125 in the air with which planetary gear 120 penetrated the shaft center to the crankshaft 156, The ring wheel 122 combined with the crankshaft 156 and the ring wheel shaft 126 of the same axle, Two or more planetary pinion gears 123 which revolve around the sun while it is arranged between a sun gear 121 and a ring wheel 122 and the periphery of a sun gear 121 is rotated, It consists of planetary carriers 124 which are combined with the edge of a crankshaft 156 and support the revolving shaft of each planetary pinion gear 123 to revolve. In these planetary gear 120, the sun gear shaft 125 combined with the sun gear 121, the ring wheel 122, and the planetary carrier 124, respectively, the ring wheel shaft 126, and three shafts of a crankshaft 156 are used as the I/O shaft of power, and if the power outputted and inputted among three shafts

to any 2 shafts is determined, the power outputted and inputted by one residual shaft will become settled based on the power outputted and inputted biaxial [ which was determined ]. In addition, the detail about I/O of the power to three shafts of these planetary gear 120 is mentioned later.

[0154] The power fetch gear 128 for the ejection of power is combined with the ring wheel 122 at the motor MG 1 side. This power fetch gear 128 is connected to the power transfer gear 111 by the chain belt 129, and transfer of power is made between the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111. As shown in drawing 33, gear association of this power transfer gear 111 is carried out at the differential gear 114.

Therefore, finally the power outputted from the power output unit 110 is transmitted to the driving wheel 116,118 on either side.

[0155] A motor MG 1 is constituted as a synchronous motor generator, and is equipped with Rota 132 which has two or more permanent magnets 135 in a peripheral face, and the stator 133 around which the three phase coil 134 which forms rotating magnetic field was wound. Rota 132 is combined with the sun gear shaft 125 combined with the sun gear 121 of planetary gear 120. A stator 133 carries out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet, is formed, and is being fixed to the case 119. This motor MG 1 operates as a motor which carries out the rotation drive of Rota 132 by the interaction of the field by the permanent magnet 135, and the field formed with the three phase coil 134, and operates as a generator which makes the both ends of the three phase coil 134 produce electromotive force by the interaction of the field by the permanent magnet 135, and rotation of Rota 132. In addition, the resolver 139 which detects the angle-of-rotation thetas is formed in the sun gear shaft 125.

[0156] A motor MG 2 is constituted as a synchronous motor generator like a motor MG 1, and is equipped with Rota 142 which has two or more permanent magnets 145 in a peripheral face, and the stator 143 around which the three phase coil 144 which forms rotating magnetic field was wound. Rota 142 is combined with the ring wheel shaft 126 combined with the ring wheel 122 of planetary gear 120, and the stator 143 is being fixed to the case 119. The stator 143 of a motor MG 2 also carries out the laminating of the sheet metal of a non-oriented magnetic steel sheet, and is formed. It operates as a motor or a generator like [ this motor MG 2 ] a motor MG 1. In addition, the resolver 149 which detects the angle-of-rotation thetar is formed in the ring wheel shaft 126.

[0157] As shown in drawing 34, the control unit 180 with which the power output unit 110 of the 3rd example is equipped is constituted like the control unit 80 with which the power output unit 20 of the 1st example is equipped. The control unit 180 consists of dc-batteries 194 which are the control CPU 190 and the rechargeable battery which control the 1st drive circuit 191 which drives a motor MG 1, the 2nd drive circuit 192 which drives a motor MG 2, and both the drive circuit 191,192. Control CPU 190 namely, inside It has RAM190a for work pieces, ROM190b which memorized the processing program, input/output port (not shown) and EFIECU170, and the serial communication port (not shown) that performs a communication link. In this control CPU 190, angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 from a resolver 139, The accelerator pedal position AP from angle-of-rotation thetar of the ring wheel shaft 126 from a resolver 149, and the accelerator pedal position sensor 165 The vehicle speed V from the shift position SP and speed sensor 186 from the shift position sensor 184 The remaining capacity of the current values Iu1 and Iv2 from two current detectors 195,196 prepared in the 1st drive circuit 191, the current values Iu2 and Iv2 from two current detectors 197,198 prepared in the 2nd drive circuit 192, and a dc-battery 194 The remaining capacity BRM from the remaining capacity detector 199 to detect etc. is inputted through input port.

[0158] Moreover, from control CPU 190, the control signal SW2 which drives six transistors Tr11 as the control signal SW1 which drives six transistors Tr1 which are the switching elements prepared in the 1st drive circuit 191 thru/or Tr6, and a switching element prepared in the 2nd drive circuit 192 thru/or Tr16 is outputted. In this 1st drive circuit 191 and the 2nd drive circuit 192, respectively six transistors Tr1 thru/or Tr6, a transistor Tr11, or Tr16 Constitute the transistor inverter, respectively, and two pieces are arranged at a time in a pair, respectively so that it may become a source and sink side to power-source Rhine L1 and L2 of a pair. In the 1st drive circuit 191, each of the three phase coil 134 of a motor MG 1 is connected, and each of the three phase coil 144 of a motor MG 2 is connected in the 2nd drive circuit 192 at the node. Power-source Rhine L1 and L2 can make the current which flows in the three phase coil 134,144 by controlling sequentially the rate of the transistor Tr1 which makes a pair by control CPU 190 thru/or Tr6, a transistor Tr11, or the ON time amount of Tr16 with control signals SW1 and SW2 since it connects with the plus [ of a dc-battery 194 ], and minus side, respectively a false sine wave by PWM control, consequently rotating magnetic field are formed with the three phase coil 134,144.

[0159] Next, actuation of the power output unit 110 of the 3rd example is explained. The principle of operation of

the power output unit 110 of the 3rd example, especially the principle of torque conversion are as follows. The case where operate an engine 150 on the operation point P1 of an engine speed Ne and Torque Te, and carry out torque conversion of the power outputted from an engine 150 when operating the ring wheel shaft 126 on the operation point P2 of an engine speed Nr and Torque Tr which is different although it is the same energy as the energy Pe outputted from this engine 150 as shown in drawing 36 , and it is made to act on the ring wheel shaft 126 is considered.

[0160] According to the place which device study teaches, the relation between the rotational frequency in three shafts (the sun gear shaft 125, the ring wheel shaft 126, and planetary carrier 124) of planetary gear 120 or torque can be expressed as drawing called the collinear Fig. illustrated to drawing 37 and drawing 38 , and can be solved geometrically. In addition, the rotational frequency of three shafts and the relation of torque to planetary gear 120 are also analyzable in formula by calculating the energy of each shaft etc., even if it does not use an above-mentioned collinear Fig. In the 3rd example, since explanation is easy, it explains using a collinear Fig.

[0161] The axis of ordinate in drawing 37 is a rotational frequency shaft of three shafts, and an axis of abscissa expresses the ratio of the location of the axis of coordinates of three shafts. That is, when the axes of coordinates S and R of the sun gear shaft 125 and the ring wheel shaft 126 are taken to both ends, the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 is defined as a shaft which divides Shaft S and Shaft R interiorly to 1:rho. rho is the ratio of the number of teeth of a sun gear 121 to the number of teeth of a ring wheel 122 here, and it is expressed with a degree type (16).

[0162]

[Equation 5]

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots \dots \quad (16)$$

[0163] The engine 150 is operated at the rotational frequency Ne, since the case where the ring wheel shaft 126 is operated at the rotational frequency Nr is considered, the rotational frequency Ne of an engine 150 can be now plotted on the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 with which the crankshaft 156 of an engine 150 is combined, and a rotational frequency Nr can be plotted on the axis of coordinates R of the ring wheel shaft 126. If the straight line which passes along both this point is drawn, it can ask for the rotational frequency Ns of the sun gear shaft 125 as a rotational frequency expressed on the intersection of this straight line and axis of coordinates S. Hereafter, this straight line is called a collinear of operation. In addition, it can ask for a rotational frequency Ns by the proportion equation (degree type (17)) using a rotational frequency Ne and a rotational frequency Nr. Thus, in planetary gear 120, if it opts for any two rotations among a sun gear 121, a ring wheel 122, and the planetary carrier 124, it will opt for one residual rotation based on two rotations for which it opted.

[0164]

[Equation 6]

$$Ns = Nr - (Nr - Ne) \frac{1 + \rho}{\rho} \quad \dots \dots \quad (17)$$

[0165] Next, the torque Te of an engine 150 is made to act on the drawn collinear of operation upwards from drawing Nakashita by making the axis of coordinates C of the planetary carrier 124 into line of action. Since a collinear of operation can be dealt with as the rigid body at the time of making the force as a vector act to torque at this time, the torque Te made to act on an axis of coordinates C is separable into the torque Tes on an axis of coordinates S, and the torque Ter on an axis of coordinates R with the technique of separation of the force to the line of action with which the sense is the same with line of action and differs. The magnitude of Torque Tes and Ter is expressed by a degree type (18) and the formula (19) at this time.

[0166]

[Equation 7]

$$Tes = Te \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots \dots \quad (18)$$

$$Ter = Te \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots \dots \quad (19)$$

[0167] What is necessary is just to take balance of the force of a collinear of operation, in order for the collinear of operation to be stable in this condition. That is, magnitude is the same as Torque Tes, the torque Tm1 with

the opposite sense is made to act, magnitude is the same to resultant force with torque and Torque Ter with the opposite sense on an axis of coordinates R in the same magnitude as the torque Tr which should be outputted to the ring wheel shaft 126, and the sense makes the opposite torque Tm2 act on an axis of coordinates S. This torque Tm1 can act by the motor MG 1, and torque Tm2 can be made to act by the motor MG 2. Since torque is made to act on a rotational direction and the rotational reverse sense by the motor MG 1 at this time, a motor MG 1 will operate as a generator and revives electrical energy Pm1 expressed with the product of torque Tm1 and a rotational frequency Ns from the sun gear shaft 125. By the motor MG 2, since the direction of torque is the same as the direction of rotational, a motor MG 2 operates as a motor and is outputted to the ring wheel shaft 126 by making into power electrical energy Pm2 expressed by the product of torque Tm2 and a rotational frequency Nr.

[0168] Here, if electrical energy Pm1 and electrical energy Pm2 are made equal, all the power consumed by the motor MG 2 can be revived by the motor MG 1, and it can be provided. What is necessary is for that just to make equal the thing which outputs all the inputted energy then the energy Pe outputted from an engine 150 since it is good, and energy Pr outputted to the ring wheel shaft 126. That is, the energy Pe expressed with the product of Torque Te and a rotational frequency Ne and energy Pr expressed with the product of Torque Tr and a rotational frequency Nr are made equal. If it compares with drawing 36, torque conversion will be carried out and the power expressed with the torque Te outputted from the engine 150 currently operated on the operation point P1 and a rotational frequency Ne will be outputted to the ring wheel shaft 126 as power expressed with the same energy at Torque Tr and a rotational frequency Nr. As mentioned above, the power outputted to the ring wheel shaft 126 is transmitted to a driving shaft 112 by the power fetch gear 128 and the power transfer gear 111, and is transmitted to a driving wheel 116,118 through a differential gear 114. Therefore, since linear relation is materialized for the power outputted to the ring wheel shaft 126, and the power transmitted to a driving wheel 116,118, it is controllable by controlling the power outputted to the ring wheel shaft 126 in the power transmitted to a driving wheel 116,118.

[0169] Although the engine speed Ns of the sun gear shaft 125 is forward in the collinear Fig. shown in drawing 37, as shown in the collinear Fig. shown in drawing 38, it may become negative at the engine speed Ne of an engine 150, and the engine speed Nr of the ring wheel shaft 126. At this time, by the motor MG 1, since the direction of rotational and the direction where torque acts become the same, a motor MG 1 operates as a motor and consumes electrical energy Pm1 expressed by the product of torque Tm1 and a rotational frequency Ns. On the other hand, by the motor MG 2, since the direction of rotational and the direction where torque acts become reverse, a motor MG 2 will operate as a generator and will revive electrical energy Pm2 expressed by the product of torque Tm2 and a rotational frequency Nr from the ring wheel shaft 126. In this case, if electrical energy Pm1 consumed by the motor MG 1 and electrical energy Pm2 revived by the motor MG 2 are made equal, electrical energy Pm1 consumed by the motor MG 1 can be exactly provided by the motor MG 2.

[0170] in addition, in the power output unit 110 of the 3rd example To such torque conversion, in addition, the energy Pe (product of Torque Te and a rotational frequency Ne) outputted from an engine 150, By adjusting electrical energy Pm1 revived or consumed by the motor MG 1, and electrical energy Pm2 consumed or revived by the motor MG 2 Excessive electrical energy can be found out, a dc-battery 194 can be discharged, or electrical energy running short can be compensated with the power stored in the dc-battery 194, and the energy Pe outputted from an engine 150 can be more efficiently outputted to the ring wheel shaft 126 as power.

[0171] The principle of operation of a more than in the power output unit 110 of the 3rd example explained the conversion efficiency of the power by planetary gear 120, a motor MG 1, a motor MG 2 and a transistor Tr1, or Tr16 as a value 1 (100%). Since it is less than one value in fact, it is necessary to make energy Pr which makes a bigger value a little than the energy Pr which outputs the energy Pe outputted from an engine 150 to the ring wheel shaft 126, or is conversely outputted to the ring wheel shaft 126 into a value [ a little ] smaller than the energy Pe outputted from an engine 150. For example, what is necessary is just to consider as the value computed by multiplying by the inverse number of conversion efficiency by the energy Pr outputted to the ring wheel shaft 126 in the energy Pe outputted from an engine 150. Moreover, what is necessary is to consider as the value computed from what multiplied the power revived by the motor MG 1 in the condition of the collinear Fig. of drawing 37 in the torque Tm2 of a motor MG 2 by the effectiveness of both motors, and just to compute the power consumed by the motor MG 1 in the condition of the collinear Fig. of drawing 38 from what was broken by effectiveness of both motors. In addition, although energy is lost as heat by machine friction etc. in planetary gear 120, there are very few the amounts of loss, if it sees from the amount of whole, and the effectiveness of the synchronous motor used for motors MG1 and MG2 is very close to a value 1. Moreover,

very small things, such as GTO, are known also for a transistor Tr1 thru/or the on resistance of Tr16. Therefore, since it becomes a thing near a value 1, and the following explanation is also easy for explanation, the conversion efficiency of power is dealt with as a value 1 (100%), unless it shows clearly.

[0172] Next, control of fixed-speed transit of the car by the power output unit 110 of the 3rd example constituted in this way is explained. Fixed-speed transit of the car of the 3rd example as well as low-speed transit of the car of the 1st example is performed when the desired target rate  $V_m$  is set up by the operator. A setup of the target rate  $V_m$  by the operator reads the vehicle speed of a car when directions of a setup of the target rate  $V_m$  are performed with a speed sensor 186, and has what sets this as the target rate  $V_m$ , and the thing which sets the desired vehicle speed as the target rate  $V_m$  regardless of the travel speed of a car.

[0173] Thus, if directions (setup of the target rate  $V_m$ ) of fixed-speed transit are made by the operator, also with the power output unit 110 of the 3rd example, the initial manipulation routine of fixed-speed transit illustrated to drawing 3939 will be first performed like the 1st example, and the fixed-speed transit control routine illustrated to drawing 42 will be repeated and performed after that. Below the initial manipulation routine of fixed-speed transit is explained first, and a constant-speed-control routine is explained to it after that.

[0174] If the initial manipulation routine of fixed-speed transit is performed, the control CPU 190 of a control unit 180 will set up first the rate the operator was instructed to be as a target rate  $V_m$  (step S400), and will set up command value (henceforth output-torque command value)  $Tr^*$  of the torque which should be outputted to the ring wheel shaft 126 on the map which was beforehand memorized by ROM190b based on this target rate  $V_m$ , and which is not illustrated (step S402). Here, the map which the 3rd example uses searches for the torque  $Tr$  of the ring wheel shaft 126 required like the 1st example to carry out fixed-speed transit of the car with the vehicle speed  $V$  by the road of a calm, level, and flat predetermined road surface condition by experiment, and uses each vehicle speed  $V$  and torque  $Tr$  as a map as relation between the target rate  $V_m$  and output-torque command value  $Tr^*$ .

[0175] Next, it multiplies by the proportionality coefficient  $K_r$  and the target rate  $V_m$  is asked for target rotational frequency  $Nr^*$  of the ring wheel shaft 126 at the time of fixed-speed transit (step S404). Usually, since the rotational frequency  $Nr$  of the ring wheel shaft 126 is in proportionality to the vehicle speed of a car, target rotational frequency  $Nr^*$  multiplies by the proportionality coefficient  $K_r$  specified as the target rate  $V_m$  with a car, and is called for. Then, processing which sets up target torque  $Te^*$  of an engine 150 and target rotational frequency  $Ne^*$  based on the output energy  $Pr$  which computed the output energy  $Pr$  searched for by count ( $Pr=Tr^* \times Nr^*$ ) (step S406), and computed it using output-torque command value  $Tr^*$  and target rotational frequency  $Nd^*$  is performed (step S408). A setup with target torque  $Te^*$  of this engine 150 and target engine-speed  $Ne^*$  shall be memorized to ROM190b like the 1st example by using as a map the operation point with which an engine 150 is operated in the condition that effectiveness is high as much as possible, to the output energy  $Pr$ , and shall derive target torque  $Te^*$  of an engine 150 and target engine-speed  $Ne^*$  corresponding to the computed output energy  $Pr$  from this map.

[0176] When target torque  $Te^*$  of an engine 150 and target rotational frequency  $Ne^*$  are set up, control CPU 190 While computing torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 by the degree type (20) and setting it up based on target torque  $Te^*$  and gear ratio  $\rho$  which were set up (step S410) Based on output-torque command value  $Tr^*$ , target torque  $Te^*$ , and gear ratio  $\rho$ , torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 is computed by the degree type (21), and is set up (step S412). It explained that torque command value  $Tm1^*$  and  $Tm2^*$  were computable with a formula (20) and a formula (21) as relation of balance between drawing 37 and the collinear of operation in the collinear Fig. of drawing 38.

[0177]

[Equation 8]

$$Tm1^* \leftarrow Te^* \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots \quad (20)$$

$$Tm2^* \leftarrow Tr^* - Te^* \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots \quad (21)$$

[0178] In this way, after setting up torque command value  $Tm1^*$  of target torque  $Te^*$  of an engine 150, target rotational frequency  $Ne^*$ , a motor MG 1, and a motor MG 2, and  $Tm2^*$ , control (step S414) of a motor MG 1, control (step S416) of a motor MG 2, and control (step S418) of an engine 150 are performed. Although the 3rd example as well as the 1st example indicated each control of a motor MG 1, a motor MG 2, and an engine 150 as a separate step on account of illustration, these control is performed synthetically in fact. For example, while

control CPU 190 performs control of a motor MG 1 and a motor MG 2 to coincidence using interruption processing, directions are transmitted to EFIECU170 by communication link, and EFIECU170 is made to also perform control of an engine 150 to coincidence. Control of an engine 150 is performed among each such control by the throttle-valve opening control performed based on the throttle-valve opening control routine illustrated to drawing 8, and the fuel-injection control performed based on the fuel-injection control manipulation routine illustrated to drawing 9 as well as control of the engine 50 of the 1st example. Therefore, it omits about control of the engine 150 in the 3rd example.

[0179] Control (step S414 of drawing 39) of a motor MG 1 is made by the control routine of the motor MG 1 illustrated to drawing 40. If this routine is performed, control CPU 190 will perform first processing which inputs angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 from a resolver 139 (step S420), then will perform processing which detects the currents  $I_{u1}$  and  $I_{v1}$  which are flowing to U phase and V phase of the three phase coil 134 of a motor MG 1 with the current detector 195,196 (step S422). Although the current was flowing to the three phase of U, V, and W, since the total was zero, the 1st example also indicated that it was sufficient if the current which flows to two phases is measured. Then, the operation of the coordinate transformation (step S424) explained by control ( drawing 6 R> 6) of the clutch motor 30 of the 1st example and the electrical-potential-difference command values  $V_{d1}$  and  $V_{q1}$  is performed (step S426), backseat label conversion (step S428) of an electrical-potential-difference command value is performed further, the transistor  $Tr1$  of the 1st drive circuit 192 of a motor MG 1 thru/or the on-off control time amount of  $Tr6$  are found, and PWM control is performed (step S429).

[0180] If the sense of the torque [ in / for the sign of torque command value  $T_{m1*}$  of a motor MG 1 / the collinear Fig. of drawing 37 or drawing 38 ]  $T_{m1}$  is made forward here Even if torque command value  $T_{m1*}$  of the same forward value is set up, when the sense on which torque command value  $T_{m1*}$  acts like the condition of the collinear Fig. of drawing 37 differs from the sense of rotation of the sun gear shaft 125, regenerative control should do. At the time of the same direction, power running control is made like the condition of the collinear Fig. of drawing 38. However, since power running control of a motor MG 1 and regenerative control control the transistor  $Tr1$  of the 1st drive circuit 191 thru/or  $Tr6$  so that forward torque acts on the sun gear shaft 125 by the permanent magnet 135 attached in the peripheral face of Rota 132, and the rotating magnetic field produced according to the current which flows in the three phase coil 134 if torque command value  $T_{m1*}$  is forward, they turn into the same switching control. That is, if the sign of torque command value  $T_{m1*}$  is the same, even if control of a motor MG 1 is regenerative control and it is power running control, it will become the same switching control. Therefore, all of the regenerative control and power running control by control processing of the motor MG 1 of drawing 40 can be performed. Moreover, since the direction of change of angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 read at step S420 only becomes reverse when torque command value  $T_{m1*}$  is negative, control processing of the motor MG 1 of drawing 40 can also perform control at this time.

[0181] Control (step S416 of drawing 39) of a motor MG 2 is explained based on the control routine of the motor MG 2 illustrated to drawing 41. control processing of a motor MG 2 -- control processing of a motor MG 1 -- it replaces with torque command value  $T_{m1*}$  and angle-of-rotation thetas of the sun gear shaft 125 inside, and is completely the same as that of control processing of a motor MG 1 except for the point using torque command value  $T_{m2*}$  and angle-of-rotation thetar of the ring wheel shaft 126. Namely, angle-of-rotation thetar of the ring wheel shaft 126 is detected using a resolver 149 (step S430). Then, each phase current of a motor MG 2 is detected using the current detector 197,198 (step S432). Then, the operation of coordinate transformation (step S434) and the electrical-potential-difference command values  $V_{d2}$  and  $V_{q2}$  is performed (step S436). Furthermore, backseat label conversion (step S438) of an electrical-potential-difference command value is performed, the transistor  $Tr11$  of the 2nd drive circuit 192 of a motor MG 2 thru/or the on-off control time amount of  $Tr16$  are found, and PWM control is performed (step S439).

[0182] Although power running control of the motor MG 2 is carried out by the sense of torque command value  $T_{m2*}$ , and the sense of rotation of the ring wheel shaft 126 here or regenerative control is carried out, both power running control and regenerative control can be performed by control processing of the motor MG 2 of drawing 41 like a motor MG 1. In addition, in the example, the sign of torque command value  $T_{m2*}$  of a motor MG 2 made forward the sense of the torque  $T_{m2}$  at the time of the condition of the collinear Fig. of drawing 37.

[0183] By control explained above, a car runs the rate near the target rate  $V_m$ . Although the vehicle speed serves as the target rate  $V_m$  in above-mentioned control while running the road of a road surface condition predetermined on a calm and level flat way, fixed-speed transit is not carried out in fact in many cases at the target rate  $V_m$  set up according to the inclination of a wind or a road surface, and the road surface condition.

Control based on the fixed-speed transit control routine which will replace with above-mentioned control and will be illustrated to drawing 42 by above-mentioned control in the 3rd example as well as the 1st example if a car becomes a rate near the target rate  $V_m$  is performed. In addition, when a setup of the target rate  $V_m$  by the operator makes the vehicle speed of a car when directions of a setup are performed the target rate  $V_m$  also in the 3rd example, immediately after step S400 thru/or S412 are performed among processings of drawing 39, control based on the fixed-speed transit control routine of drawing 42 is performed.

[0184] If a fixed-speed transit control routine is performed, it will calculate velocity-error  $**V$  by the control CPU 190 of a control unit 180 performing processing which reads the vehicle speed  $V$  first detected by the speed sensor 186 (step S474), and reducing the vehicle speed  $V$  read from the target rate  $V_m$  (step S476). And the new basic output energy  $Pr_f$  is computed by the degree type (22) using calculated velocity-error  $**V$  and the last basic output energy  $Pr_f$  (step S478). Here, the last basic output energy  $Pr_f$  is the new basic output energy  $Pr_f$  set up at step S478, when this routine is performed last time, and when this routine begins and is performed, the output energy  $Pr$  set up at step S406 of the routine of drawing 39 is used as last basic output energy  $Pr_f$ . In addition,  $Kv5$  in a bottom type (22) is a proportionality constant.

[0185]

$Pr_f = \text{the last } Pr_f + Kv5 \text{ and } **V \text{ -- (22)}$

[0186] Next, the remaining capacity  $BRM$  of the dc-battery 194 detected by the remaining capacity detector 199 is inputted (step S480). And it judges whether the remaining capacity  $BRM$  of the inputted dc-battery 194 is in the range set up by a threshold  $B1$  and threshold  $B-2$  (step S482), and when there is remaining capacity  $BRM$  within limits defined by the threshold  $B1$  and threshold  $B-2$ , the basic output energy  $Pr_f$  is set as the output energy  $Pr$  as it is (step S486). The output energy  $Pr$  is set up as a value which added the charge energy  $Pbi$  to the basic output energy  $Pr_f$  when remaining capacity  $BRM$  was less than [ threshold  $B1$  ] (step S484), and when remaining capacity  $BRM$  is more than threshold  $B-2$ , the output energy  $Pr$  is set up as a value which subtracted spark discharge energy  $Pbo$  from the basic output energy  $Pr_f$  (step S488). The 1st example explained the threshold  $B1$  here, threshold  $B-2$ , the charge energy  $Pbi$ , and spark discharge energy  $Pbo$ .

[0187] In this way, if the output energy  $Pr$  is set up, this output energy  $Pr$  will be  $**(\text{ed})$  by target torque  $Te^*$  of an engine 150, it will ask for target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 150 (step S490), and torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 will be calculated by the degree type (23) using last torque command value  $Tm2^*$  and velocity-error  $**V$  (step S492). Here, the last torque command value  $Tm2^*$  is torque command value  $Tm2^*$  set up at step S492, when this routine is performed last time, and when this routine begins and is performed, torque command value  $Tm2^*$  set up at step S412 of the routine of drawing 39 is used as last torque command value  $Tm2^*$ . Moreover, among a formula (23),  $Kv6$  is a proportionality constant and has the above-mentioned proportionality constant  $Kv5$  and the relation of a degree type (24).

[0188]

$Tm2^* = \text{the last } Tm2^* + Kv6 \text{ and } **V \text{ -- (23)}$

$Kv6 = Kv5 / Nr \text{ -- (24)}$

[0189] In this way, a setup of target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 150 and torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 performs control (step S494) of a motor MG 1, control (step S496) of a motor MG 2, and control (step S498) of an engine 150 using the set-up set point. Since these the control of each is the same as each control of step S414 of drawing 39 thru/or S418 mentioned above, the detailed explanation is omitted. In addition, although only target engine-speed  $Ne^*$  of an engine 150 and torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 are set up among the set points required for these control in the fixed-speed transit control routine, that to which target torque  $Te^*$  of an engine 150 and torque command value  $Tm1^*$  of a motor MG 1 were set at steps S408 and S410 of drawing 39 is used.

[0190] Next, by performing a fixed-speed transit control routine explains signs that the vehicle speed  $V$  is maintained at the target rate  $V_m$ . First, when there is remaining capacity  $BRM$  of a dc-battery 194 within proper limits set up by a threshold  $B1$  and threshold  $B-2$ , signs that the vehicle speed  $V$  of a car is maintained at the target rate  $V_m$  are explained using drawing 43 which illustrates this situation. In the fixed-speed transit control routine of drawing 42, by the wind, the inclination of a road, etc., if only velocity-error  $**V$  become small, the vehicle speed  $V$  from the target rate  $V_m$  While setting up the basic output energy  $Pr_f$  with which value  $Kv5$  and  $**V5$  were added to the last basic output energy  $Pr_f$  as output energy  $Pr$  (steps S478 and S486) Based on this set-up output energy  $Pr$ , target rotational frequency  $Ne^*$  of an engine 150 is calculated (step S490). Torque command value  $Tm2^*$  of a motor MG 2 is set up as what added value  $Kv6$  and  $**V5$  which become settled according to velocity-error  $**V5$  in torque command value  $Tm2^*$  of the last motor MG 2 at the same time it

controls an engine 150 (step S498) (step S492). A motor MG 2 is controlled (step S496).

[0191] Consequently, as shown in drawing 43, since only value Kv6 and \*\*V 5 are increased immediately, as for velocity-error \*\*V of the vehicle speed V and the target rate Vm, the torque Tm2 of the motor MG 2 by which a direct output is carried out to the ring wheel shaft 126 as an output shaft of power is negated, and the vehicle speed V is maintained at the target rate Vm. By quick torque change of such a motor MG 2, even if velocity-error \*\*V arises, the deflection is immediately made small and the vehicle speed V is made into the target rate Vm. The energy Pe which cannot operate by target engine-speed Ne\* immediately since the responsibility is low as compared with torque change of a motor MG 2 even if it is controlled so that target engine-speed Ne\* will newly be set up as the 1st example also explained the engine 150 on the other hand, and the opening of a throttle valve 166 will also be in target operational status immediately, but is outputted from an engine 150 is overdue, and desired value is reached. Therefore, the power which the increment in torque of a motor MG 2 takes cannot be provided with the energy Pe outputted from an engine 150, but will be supplied from a dc-battery 194 with it.

[0192] In this way, if velocity-error \*\*V6 arise at the vehicle speed V and the target rate Vm again after the vehicle speed V is maintained at the target rate Vm, while the energy Pe outputted in the direction which negates these velocity-error \*\*V6 from an engine 150 is fluctuated, torque command value Tm2\* of a motor MG 2 will be fluctuated, velocity-error \*\*V2 will be negated, and the vehicle speed V will serve as the target rate Vm. Under the present circumstances, since the responsibility of change of the energy Pe outputted from an engine 150 to the responsibility of torque change of a motor MG 2 is low, the excess and deficiency of the power which torque change of a motor MG 2 takes will be adjusted by the charge and discharge of a dc-battery 94.

[0193] The collinear Fig. at the time of negating velocity-error \*\*V of the vehicle speed V and the target rate Vm is shown in drawing 44 and drawing 45. Drawing 45 is a collinear Fig. when it is a collinear Fig. when the vehicle speed V becomes smaller than the target rate Vm (when velocity-error \*\*V is a forward value) and, as for drawing 44 R>4, the vehicle speed V becomes larger than the target rate Vm (when velocity-error \*\*V is a negative value).

[0194] As shown in drawing 44 and drawing 45, when velocity-error \*\*V arises, the operation point of an engine 150 serves as the rotational frequency Ne2 from which the energy with same Torque Te which outputs a rotational frequency Ne from a rotational frequency Ne1 serves as a value by which only value Kv5and\*\*V were fluctuated but. For this reason, a collinear of operation is changed into the straight line DL 2 which connects the engine speed Nr of the ring wheel shaft 126, and the engine speed Ne2 of an engine 150 from the straight line DL 1 which connects the engine speed Nr of the ring wheel shaft 126, and the engine speed Ne1 of an engine 150, and the sun gear shaft 125 is changed into an engine speed Ns2 from an engine speed Ns1. Since the torque Te outputted from an engine 150 is the same, the torque Tes which acts on the sun gear shaft 125 in connection with Torque Te being outputted from an engine 150, and the torque Ter which acts on the ring wheel shaft 126 serve as as [ the same value ]. On the other hand, only value Kv6and\*\*V are fluctuated and, as for the torque Tr by which the torque Tm2 outputted from a motor MG 2 is outputted to the ring wheel shaft 126 since only value Kv6and\*\*V are fluctuated according to velocity-error \*\*V, velocity-error \*\*V is negated.

[0195] Moreover, as mentioned above, the torque Tes which acts on the sun gear shaft 125 is not changed by velocity-error \*\*V, and the torque Tm1 of a motor MG 1 is not changed, either. However, since the rotational frequency Ns of the sun gear shaft 125 is changed with modification of a collinear of operation, only the part to which electrical energy Pm1 revived by the motor MG 1 multiplied the rotational frequency difference (Ns2-Ns1) by torque Tm1 will be changed. Therefore, when the amount of this modification made it equal to a changed part of electrical energy Pm2 fluctuated with the change in the torque Tm2 of a motor MG 2 and it will be in a steady state, the charge and discharge of a dc-battery 194 are not performed. In addition, although only value Kv6and\*\*V could increase immediately, since the engine speed Ne of an engine 150 could not be immediately made into the engine speed Ne2, the torque Tm2 of a motor MG 2 mentioned above that the power which is insufficient between them was provided by the charge and discharge of a dc-battery 94.

[0196] Next, the vehicle speed V explains signs that the remaining capacity BRM of a dc-battery 194 is maintained at the proper range at the target rate Vm at the fixed time. When there is no remaining capacity BRM of a dc-battery 194 in the proper range appointed by a threshold B1 and threshold B-2 at the fixed-speed transit control routine of drawing 42 While fluctuating the charge energy Pbi or spark discharge energy Pbo to the basic output energy Prf and setting the output energy Pr as it (steps S484 and S488) Based on this set-up output energy Pr, target engine-speed Ne\* of an engine 150 is calculated (step S490), and an engine 150 is controlled (step S498). Therefore, a performance curve is changed by Torque Te like the time of velocity-error

\*\*V producing an engine 150 considering the rotational frequency Nr of the ring wheel shaft 126 as the supporting point like [ since only a rotational frequency Ne will be fluctuated as it is ] the collinear Fig. shown in drawing 44 and drawing 45 also in this case. in addition, when the vehicle speed V looks at drawing 44 and the collinear Fig. of drawing 45 at the target rate Vm as a collinear Fig. in the case of the charge and discharge of the dc-battery 194 at the fixed time The torque Tm2 of a motor MG 2 shall not be changed by making velocity-error \*\*V into a value 0. The charge energy Pbi and spark discharge energy Pbo What is necessary is just to consider as the energy expressed with drawing 44 , the rotational frequency difference (Ne2-Ne1) of the engine 150 in drawing 45 R>5, and a product with Torque Te, respectively.

[0197] Therefore, in connection with the rotational frequency Ns of the sun gear shaft 125 being changed into a rotational frequency Ns2 from a rotational frequency Ns1, electrical energy Pm1 revived by the motor MG 1 is changed. In the 3rd example, a fluctuated part of this electrical energy Pm1 is used for the charge and discharge of a dc-battery 194 as the charge energy Pbi or spark discharge energy Pbo. In addition, the situation of the charge and discharge of such a dc-battery 194 is the same as that of a situation which shows in drawing 14 used by explanation of the 1st example.

[0198] Next, signs that control based on velocity-error \*\*V and control of the charge and discharge of a dc-battery 194 are performed to coincidence are explained based on drawing 46 which illustrates this situation. This actuation combines the control based on velocity-error \*\*V explained using drawing 43 , and control of the charge and discharge of a dc-battery 194. Actuation when velocity-error \*\*V7 arise from charge initiation of a dc-battery 194 before charge termination was shown in drawing 46 .

[0199] If it detects that the remaining capacity BRM of a dc-battery 194 is less than [ threshold B1 ] so that it may illustrate, since the energy Pr which should be outputted from an engine 150 is set up as a value with which the charge energy Pbi required for charge of a dc-battery 194 was added to the basic output energy Prf, a dc-battery 194 will be charged by the added charge energy Pbi. In this condition, as mentioned above, torque command value Tm1\* of a motor MG 1 and a motor MG 2 and Tm2\* are not changed. If velocity-error \*\*V7 arise during charge of such a dc-battery 194, since only value Kv5 and \*\*V 7 of energy required for the basic output energy Prf to negate these velocity-error \*\*V7 are added, only these value Kv5 and \*\*V 7 will also increase the energy Pe outputted from an engine 150. And this energy that increased is outputted to the ring wheel shaft 126 from a motor MG 2 because only value Kv6 and \*\*V 7 increase torque command value Tm2\* of a motor MG 2, velocity-error \*\*V7 are negated, and the vehicle speed V serves as the target rate Vm. In addition, in this condition, only the value (Pbi+Kv5 and \*\*V7) is increasing the energy Pe outputted from an engine 150, in view of before charge of a dc-battery 194.

[0200] Then, if the remaining capacity BRM of a dc-battery 194 becomes larger than a threshold B1, since a stop and the basic output energy Prf are set as the output energy Pr as it is, as for the energy Pe outputted from an engine 150, only the charge energy Pbi will decrease adding the charge energy Pbi to the basic output energy Prf, and setting up the output energy Pd. In this condition, since the condition that only value Kv5 and \*\*V 7 based on velocity-error \*\*V7 in the basic output energy Prf were increased is continued, in view of before charge of a dc-battery 194, only value Kv5 and \*\*V 7 are increasing and, as for the output energy Pr of an engine 150, the torque Tm2 of a motor MG 2 is also increasing only value Kv6 and \*\*V 7.

[0201] An example of the collinear Fig. in the case of the control based on such velocity-error \*\*V and control of the charge and discharge of a dc-battery 194 is shown in drawing 47 . When starting charge of a dc-battery 194, a rotational frequency Ne1 to energy is changed into the rotational frequency Ne2 from which only the charge energy Pbi serves as an increasing value, and, as for the rotational frequency Ne of an engine 150, is changed into a straight line DL 2 from a straight line DL 1 in connection with this, as for a collinear of operation. Consequently, the electrical energy expressed with the product of the deflection (Ns2-Ns1) of the rotational frequency Ns of the sun gear shaft 125 and torque Tm1 is found out as dump power, and it is used for charge of a dc-battery 194. In this condition, if velocity-error \*\*V7 arise, the rotational frequency Ne of an engine 150 will be changed into the rotational frequency Ne3 from which energy serves as a value which only value Kv5 and \*\*V 7 increase, and a collinear of operation will be changed into a straight line DL 3. Although the electrical energy expressed with the product of the deflection (Ns3-Ns2) of that rotational frequency Ns and torque Tm1 is found out as further dump power by the power revived by the motor MG 1 also at this time, this power is consumed when only value Kv6 and \*\*V 7 increase the torque Tm2 of a motor MG 2. And if the remaining capacity BRM of a dc-battery 194 exceeds a threshold B1, the rotational frequency Ne of an engine 150 will be changed into the rotational frequency Ne4 used as the value to which only the charge energy Pbi decreases, and a collinear of operation will also be changed into a straight line DL 4. For this reason, by the motor MG 1, only the electrical

energy expressed with the product of the deflection (Ns3-Ns4) of the rotational frequency Ns of the sun gear shaft 125 and torque Tm1 is no longer revived, and charge of a dc-battery 194 is suspended.

[0202] In addition, although only actuation when velocity-error \*\*V7 of a forward value arise from charge initiation of a dc-battery 194 before charge termination was shown in drawing 46 and drawing 47 Actuation when velocity-error \*\*V of a forward or negative value arises from actuation when velocity-error \*\*V of a negative value arises from charge initiation of a dc-battery 194 before charge termination, and discharge starting of a dc-battery 194 before discharge termination can be considered the same way.

[0203] According to the power output unit 110 of the 3rd example explained above, since the torque of a motor MG 2 is fluctuated while fluctuating the energy Pe outputted from an engine 150, even if velocity-error \*\*V arises at the vehicle speed V and the target rate Vm, velocity-error \*\*V can be negated and the vehicle speed V can be made into the target rate Vm. And since the change in the torque of a motor MG 2 is immediately performed by the charge and discharge of a dc-battery 194, velocity-error \*\*V is canceled immediately and the vehicle speed V is maintained at the target rate Vm. Consequently, the vehicle speed V can be made into the target rate Vm in a high precision.

[0204] Moreover, according to the power output unit 110 of the 3rd example, when there is no remaining capacity BRM of a dc-battery 194 in the proper range, remaining capacity BRM can be carried out within proper limits by performing the charge and discharge of a dc-battery 194. And the change in energy corresponding to the charge and discharge of a dc-battery 194 can be performed with the energy Pe outputted from an engine 50.

[0205] In addition, although the power output unit 110 of the 3rd example shall perform control based on travel-speed deflection \*\*V which is control of fixed-speed transit, and control of the charge and discharge of a dc-battery 194 to coincidence by the fixed-speed transit control routine, it is good also as what performs only control based on velocity-error \*\*V. In this case, step S480 of the fixed-speed transit control routine of drawing 4242 thru/or S488 become unnecessary.

[0206] Moreover, although torque command value Tm2\* of a motor MG 2 was controlled by the power output unit 110 of the 3rd example to negate this velocity-error \*\*V for control of fixed-speed transit based on velocity-error \*\*V of the vehicle speed V and the target rate Vm It is good also as what in addition to the control based on velocity-error \*\*V calculates the amount of differential of the vehicle speed V, i.e., rate of change, and controls torque command value Tm2\* of a motor MG 2 based on this rate of change. If it carries out like this, it is stabilized more and the vehicle speed V can be maintained at the target rate Vm.

[0207] When target engine-speed Ne\* is set up, opening command value BP\* is set up, and the power output unit 110 of the 3rd example is available also as a thing to depend on the engine speed Ne of an engine 150 and which does not carry out feedback control, although feedback control of opening command value BP\* shall be carried out at the engine speed Ne of an engine 150 by control of the opening BP of a throttle valve 166.

[0208] Although velocity-error \*\*V arose, the charge and discharge of the dc-battery 194 were carried out, or target torque Te\* of an engine 150 was not smoothly changed to the change in the output energy Pr in the case and target rotational frequency Ne\* of an engine 150 was changed in the power output unit 110 of the 3rd example, it is good also as that to which target torque Te\* is also changed. In this case, it replaces with processing of steps S490 and S492 of the fixed-speed transit control routine of drawing 42 , and step S590 illustrated to the fixed-speed transit control routine of drawing 48 thru/or processing of S593 are performed. Namely, after setting up the output energy Pr by step S484 of the fixed-speed transit control routine of drawing 42 thru/or S488, first, the same with having set up at step S408 of the initial manipulation routine of fixed-speed transit of drawing 39 An engine 150 is operated in the condition that effectiveness is high as much as possible, to the set-up output energy Pr. And target torque Te\* of the engine 150 from which the operational status of an engine 150 changes smoothly to change of the output energy Pd, and target rotational frequency Ne\* are set up (step S590). Then, target torque Te\* of an engine 150 is used for torque command value Tm1\* of a motor MG 1, and it computes by the top type (20), and sets up (step S591), and variation \*\*Ter of Torque Ter which acts on the ring wheel shaft 126 with modification of torque Te\* of an engine 150 is calculated by the degree type (25). And torque command value Tm2\* of a motor MG 2 is computed by the degree type (26).

[0209]

[Equation 9]

$$\Delta Ter = (Te^* - \text{前回 } Te^*) \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots \dots (25)$$

$$Tm2^* \leftarrow \text{前回 } Tm2^* - \Delta Ter + Kv6 \times \Delta V \quad \dots \dots (26)$$

[0210] Although variation \*\*Ter of Torque Ter which acts on the ring wheel shaft 126 by the formula (26) from torque command value  $Tm2*$  computed by the formula (23) compared with the formula (23) mentioned above is reduced here, since the torque Ter which acts on the ring wheel shaft 126 with changing target torque  $Te*$  of an engine 150 changes, this is for negating a part for the change.

[0211] Since the thing which changes target torque  $Te*$  of an engine 150 and target engine-speed  $Ne*$  according to the change in the output energy  $Pr$ , then an engine 150 will operate the power output unit 110 of the 3rd example on the more efficient operation point as explained above, effectiveness as the whole can be made higher.

[0212] Although the power output unit 110 of the 3rd example explained as what can operate an engine 150 by setting up the output energy  $Pr$  with the operation point of target torque  $Te*$  and target rotational frequency  $Ne*$ , the actuator 167 of a throttle valve 166 is good like the power output unit 20 of the 1st example also as a thing using what cannot be positioned gradually. In this case, the energy deflection of the energy  $Pr$  which produces the opening BP of a throttle valve 166 from the ability not to set up gradually and which should be outputted, and the energy  $Pe$  outputted from an engine 150 is covered by the charge and discharge of a dc-battery 194. About the relation between the energy  $Pr$  which should be outputted, the energy  $Pe$  outputted from an engine 150, and the electrical charge and discharge energy of a dc-battery 194, it is the same as that of drawing 25 and drawing 26 which were explained by same processing in the power output unit 20 of the 1st example. Thus, according to the power output unit 110 of the 3rd example, even if deflection arises to the set-up output energy  $Pr$  and the energy outputted from an engine 150, the charge and discharge of a dc-battery 194 can adjust this energy deflection. Therefore, it appears in the actuator 167 of a throttle valve 166 to also use a thing which has a low precision and which cannot set up the opening BP of a throttle valve 166 gradually. And even if it uses for an actuator 167 what has a low precision, the vehicle speed  $V$  of a car can be stabilized and maintained at the target rate  $Vm$ .

[0213] Although the initial manipulation routine of fixed-speed transit of drawing 39 and the fixed-speed transit control routine of drawing 42 were performed in the power output unit 110 of the 3rd example in order to maintain the vehicle speed  $V$  of a car at the target rate  $Vm$ , these routines are also applicable to the constant-speed-drive control which carries out the rotation drive of the ring wheel shaft 126 by fixed speed. In this case, what is necessary is to replace with drawing 39 and the target rate  $Vm$  of the routine of drawing 42, to replace with the vehicle speed  $V$  using target rotational frequency  $Nr*$ , and just to use a rotational frequency  $Nr$ . In addition, the engine speed  $Nr$  of the ring wheel shaft 126 is detectable with the resolver 149 attached in the ring wheel shaft 126. Thus, if constant-speed-drive control which carries out the rotation drive of the ring wheel shaft 126 with the power output unit 110 of the 3rd example at fixed speed is performed, also when the power output unit 110 of the 3rd example is carried in transportation other than a car, and other machines (for example, a vessel, aircraft, etc.) (for example, machine tool etc.), it can apply.

[0214] Although the power outputted to the ring wheel shaft 126 was taken out from between a motor MG 1 and motors MG 2 through the power fetch gear 128 combined with the ring wheel 122 in the power output unit 110 of the 3rd example, as shown in power output unit 110A which is the modification of drawing 49, it is good also as what extends and picks out the ring wheel shaft 126 from a case 119. Moreover, as shown in power output unit 110B which is the modification of drawing 50, you may arrange so that it may become the order of planetary gear 120, a motor MG 2, and a motor MG 1 from an engine 150 side. In this case, sun gear shaft 125B may not be hollow, and ring wheel shaft 126B needs to be taken as a hollow shaft. If it carries out like this, the power outputted to ring wheel shaft 126B can be taken out from between an engine 150 and motors MG 2.

[0215] Next, power output unit 110C which is the 4th example of this invention is explained. Drawing 51 is a partial block diagram which illustrates a part of configuration of power output unit 110C of the 4th example. As shown in drawing 51, power output unit 110C of the 4th example is carrying out the same configuration as the power output unit 110 of the 3rd example except for the point that arrangement of the point and Motor MG 1 by which Rota 142 of a motor MG 2 is attached in the crankshaft 156, and a motor MG 2 differs etc. For this reason, in drawing 51, the control unit 180 grade which is the same part among drawing 34 equivalent to drawing which illustrates the configuration of the power output unit 110 of the 3rd example was omitted. Moreover, when power output unit 110C of the 4th example is carried in a car, it becomes the configuration illustrated to drawing 33, and the same configuration. Therefore, the sign same about the same configuration as the power output unit 110 of the 3rd example is attached among the configurations of power output unit 110C of the 4th example, and the explanation is omitted. In addition, unless it shows clearly, the sign used on the occasion of explanation of

the 1st example and the 3rd example is used in the semantics same as it is.

[0216] In power output unit 110C of the 4th example, as shown in drawing 51, it is arranged from the engine 150 side in order of a motor MG 2, planetary gear 120, and a motor MG 1. Rota 132 of a motor MG 1 is attached in sun gear shaft 125C combined with the sun gear 121 of planetary gear 120, and the crankshaft 156 of an engine 150 is attached in the planetary carrier 124 like the power output unit 110 of the 1st example. Rota 142 of a motor MG 2 and the resolver 157 which detects angle-of-rotation thetae of a crankshaft 156 are attached in this crankshaft 156. The resolver 149 which detects the angle-of-rotation theta is only attached, and ring wheel shaft 126C attached in the ring wheel 122 of planetary gear 120 is combined with the power fetch gear 128.

[0217] Although, as for power output unit 110C of the 4th example, the arrangement differs from the power output unit 110 of the 3rd example, like the power output unit 110 of the 3rd example, the three phase coil 134 of a motor MG 1 is connected to the 1st drive circuit 191 of a control unit 180, and the three phase coil 144 of a motor MG 2 is connected to the 2nd drive circuit 192. Moreover, the resolver 157 is also connected to the input port of the control CPU 190 of a control unit 180 by the signal line although not illustrated.

[0218] Power output unit 110C of the 4th example operates as follows. When operating an engine 150 on the operation point P1 of an engine speed Ne and Torque Te and operating ring wheel shaft 126C on the operation point P2 of the engine speed Nr used as the same energy Pr (Pr=NrxTr) as the energy Pe (Pe=NexTe) outputted from an engine 150, and Torque Tr, the case where carry out torque conversion and the power outputted from an engine 150 is made to act on ring wheel shaft 126C is considered. The collinear Fig. of this condition is illustrated to drawing 52 and drawing 53.

[0219] Considering balance of the collinear of operation in the collinear Fig. of drawing 52, a degree type (27) thru/or a formula (30) are drawn. That is, a formula (27) is drawn from balance of the energy Pe inputted from an engine 150 and the energy Pr outputted to ring wheel shaft 126C, and a formula (28) is drawn as total of energy inputted into the planetary carrier 124 through a crankshaft 156. Moreover, a formula (29) and a formula (30) are drawn by dividing the torque which acts on the planetary carrier 124 into the torque which makes an axis of coordinates S and an axis of coordinates R line of action.

[0220]

[Equation 10]

$$Te \times Ne = Tr \times Nr \quad \dots \dots \quad (27)$$

$$Tc = Te + Tm2 \quad \dots \dots \quad (28)$$

$$Tcs = Tc \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots \dots \quad (29)$$

$$Tcr = Tc \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots \dots \quad (30)$$

[0221] What is necessary is to be equal in torque Tm1 and Torque Tcs, and just to make Torque Tr and torque Tcr equal, since what is necessary is just to be able to take balance of the force of a collinear of operation in order for this collinear of operation to be stable in this condition. If torque Tm1 and torque Tm2 are searched for from the above relation, it is expressed like a degree type (31) and a formula (32).

[0222]

[Equation 11]

$$Tm1 = Tr \times \rho \quad \dots \dots \quad (31)$$

$$Tm2 = Tr \times (1 + \rho) - Te \quad \dots \dots \quad (32)$$

[0223] Therefore, if the torque Tm1 searched for by the formula (31) by the motor MG 1 is made to act on sun gear shaft 125C and the torque Tm2 searched for by the formula (32) by the motor MG 2 is made to act on a crankshaft 156, torque conversion can be carried out and the power expressed with the torque Te outputted from an engine 150 and a rotational frequency Ne can be outputted to the power expressed with Torque Tr and a rotational frequency Nr at ring wheel shaft 126C. In addition, in the condition of this collinear Fig., since the direction of rotation of Rota 132 and the operation direction of torque become reverse, a motor MG 1 operates as a generator and revives electrical energy Pm1 expressed with the product of torque Tm1 and a rotational frequency Ns. On the other hand, since the direction of rotation of Rota 142 and the operation direction of torque become the same, a motor MG 2 operates as a motor and consumes electrical energy Pm2 expressed with the product of torque Tm2 and a rotational frequency Nr.

[0224] Although the engine speed  $N_s$  of sun gear shaft 125C is forward in the collinear Fig. shown in drawing 52, as shown in the collinear Fig. shown in drawing 53, it may become negative at the engine speed  $N_e$  of an engine 150, and the engine speed  $N_r$  of ring wheel shaft 126C. At this time, since the direction of rotation of Rota 132 and the direction where torque acts become the same, a motor MG 1 operates as a motor and consumes electrical energy  $P_{m1}$  expressed with the product of torque  $T_{m1}$  and a rotational frequency  $N_s$ . On the other hand, since the direction of rotation of Rota 142 and the direction where torque acts become reverse, a motor MG 2 will operate as a generator and will revive electrical energy  $P_{m2}$  expressed with the product of torque  $T_{m2}$  and a rotational frequency  $N_r$  from ring wheel shaft 126C.

[0225] Although explanation of the above principle of operation also explained the conversion efficiency of the power by planetary gear 120, a motor MG 1, a motor MG 2 and a transistor Tr1, or Tr16 as a value 1 (100%), it [ as well as the principle of operation of the power output unit 110 of the 3rd example ] Consider as a value [ a little ] bigger since it becomes less than one value in fact than the energy  $P_r$  which outputs the energy  $P_e$  outputted from an engine 150 to ring wheel shaft 126C, or Conversely, it is necessary to make energy  $P_r$  outputted to ring wheel shaft 126C into a value [ a little ] smaller than the energy  $P_e$  outputted from an engine 150. However, as mentioned above, loss of the energy by machine friction in planetary gear 120 is small, and if it takes into consideration that the effectiveness of the synchronous motor used for motors MG1 and MG2 is very close to a value 1 etc., the conversion efficiency of power will become a thing near a value 1. Therefore, also by the following explanation of the 4th example, unless it shows clearly, conversion efficiency is dealt with as a value 1 (100%).

[0226] As mentioned above, although fundamental actuation of power output unit 110C of the 4th example was explained Others [ actuation / which carries out torque conversion of all the power outputted from such an engine 150, and is outputted to ring wheel shaft 126C ], The actuation which adds the electrical energy stored in the dc-battery 194 to the power outputted from the engine 150, and is outputted to ring wheel shaft 126C. Conversely, the actuation which stores a part of power outputted from the engine 150 in a dc-battery 194 as electrical energy is possible like the power output unit 110 of the 3rd example.

[0227] The fixed-speed transit control routine illustrated to the initial manipulation routine of fixed-speed transit and drawing 42 which illustrated power output unit 110C of the 4th example as well as the power output unit 110 of the 3rd example to drawing 39 can be performed so that the above explanation may show. However, steps S610 and S612 of the initial manipulation routine of fixed-speed transit which replaces with steps S410 and S412 in drawing 39, and is illustrated to drawing 54 about the initial manipulation routine of fixed-speed transit are performed, and steps S691 and S692 of the fixed-speed transit control routine which replaces with step S492 in drawing 42, and is illustrated to drawing 55 are performed about a fixed-speed transit control routine. This difference twists a motor MG 2 to have arranged to the crankshaft 156 of an engine 150. Hereafter, this point is explained a little.

[0228] Since the motor MG 2 is attached in the crankshaft 156 and I/O of the power is made by the planetary carrier 124 in power output unit 110C of the 4th example, by the change in the torque  $T_{m2}$  of a motor MG 2 Only amount  $\Delta T_{cs}$  of increase and decrease by which Torque  $T_{cs}$  and Torque  $T_{cr}$  which act on sun gear shaft 125C and ring wheel shaft 126C are calculated by  $\Delta T_{m2}$  then a degree type (33), and the formula (30) in the amount of increase and decrease of the torque  $T_{m2}$  of a motor MG 2, and amount  $\Delta T_{cr}$  of increase and decrease change.

[0229]

[Equation 12]

$$\Delta T_{cs} = \Delta T_{m2} \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots \dots \quad (33)$$

$$\Delta T_{cr} = \Delta T_{m2} \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots \dots \quad (34)$$

[0230] If it is made equal to value  $Kv6$  and  $\Delta V$  (step S492 of drawing 42 ) which is the increase and decrease of a value of the torque of the motor MG 2 for negating velocity-error  $\Delta V$  [ in / for amount  $\Delta T_{cr}$  of increase and decrease of torque which acts on this ring wheel shaft 126C / the 3rd example ] Like the power output unit 110 of the 3rd example, velocity-error  $\Delta V$  will be negated and the car which carries power output unit 110C of the 4th example will carry out fixed-speed transit at the target rate  $V_m$ . Therefore, if amount  $\Delta T_{m2}$  of increase and decrease of the torque  $T_{m2}$  of the motor MG 2 in the 4th example is set with  $Kv7$  and  $\Delta V$  using a proportionality constant  $Kv7$ , it will become the relation of  $Kv7=Kv6(1+\rho)$  by the upper type (26) and the

formula (34). On the other hand, since the torque  $T_{cs}$  which acts on sun gear shaft 125C with the change in the torque  $T_{m2}$  of a motor MG 2 also changes, in order to take balance of a collinear of operation, only amount  $\Delta T_{cs}$  of increase and decrease calculated by the upper formula (33) needs to change the torque  $T_{m1}$  of a motor MG 1. By power output unit 110C of the 4th example, using the above-mentioned proportionality constant  $Kv7$ , torque command value  $T_{m1*}$  of a motor MG 1 was computed by the degree type (35), torque command value  $T_{m2*}$  of a motor MG 2 was computed by the degree type (36), and it has set up from these things (steps S691 and S692).

[0231]

[Equation 13]

$$T_{m1*} \leftarrow \text{前回 } T_{m1*} + Kv7 \cdot \Delta V \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots \dots \quad (35)$$

$$T_{m2*} \leftarrow \text{前回 } T_{m2*} + Kv7 \cdot \Delta V \quad \dots \dots \quad (36)$$

[0232] According to power output unit 110C of the 4th example explained above, since the torque of a motor MG 1 and a motor MG 2 is fluctuated while fluctuating the energy  $Pe$  outputted from an engine 150, even if velocity-error  $\Delta V$  arises at the vehicle speed  $V$  and the target rate  $V_m$ , velocity-error  $\Delta V$  can be negated and the vehicle speed  $V$  can be made into the target rate  $V_m$ . And since the change in the torque of a motor MG 1 and a motor MG 2 is provided by the charge and discharge of a dc-battery 194 and it is carried out immediately, velocity-error  $\Delta V$  is canceled immediately and the vehicle speed  $V$  is maintained at the target rate  $V_m$ . Consequently, since fine control can be performed, it is stabilized and the vehicle speed  $V$  can be maintained at the target rate  $V_m$ .

[0233] In addition, when power output unit 110C of the 4th example does not have the effectiveness BRM, i.e., the remaining capacity of a dc-battery 194, that the power output unit 110 of the 3rd example does so in the proper range, either, the effectiveness which can carry out remaining capacity BRM within proper limits also does so by performing the charge and discharge of a dc-battery 194.

[0234] furthermore, power output unit 110C of the 4th example as well as the power output unit 110 of the 3rd example The configuration which changes target torque  $T_{e*}$  of an engine 150, and target rotational frequency  $N_{e*}$  according to modification of the output energy  $Pr$  based on the charge and discharge of velocity-error  $\Delta V$  or a dc-battery 194, The configuration which controls torque command value  $T_{m2*}$  of a motor MG 2 based on the rate of change of the vehicle speed  $V$  in addition to control of torque command value  $T_{m2*}$  of the motor MG 2 by velocity-error  $\Delta V$ , It is good also as the configuration which uses for the actuator 167 of a throttle valve 166 what has a low precision, a configuration which performs constant-speed-drive control which carries out the rotation drive of the ring wheel shaft 126 by fixed speed. When it considers as these configurations, it cannot be overemphasized that the same effectiveness as the power output unit 110 of the 3rd example is done so.

[0235] In addition, although considered as the arrangement which pinches a motor MG 2 by the engine 150 and the motor MG 1 in power output unit 110C of the 4th example, as shown in power output unit 110D which is the modification of drawing 56, it is good also as arrangement which pinches an engine 150 by the motor MG 1 and the motor MG 2. Moreover, although the power outputted to ring wheel shaft 126C was taken out from between a motor MG 1 and motors MG 2 through the power fetch gear 128 combined with the ring wheel 122 in power output unit 110C of the 4th example, as shown in power output unit 110E which is the modification of drawing 57, it is good also as what extends and takes out ring wheel shaft 126E from a case 119.

[0236] As mentioned above, although the gestalt of operation of this invention was explained, as for this invention, it is needless to say that it can carry out with the gestalt which becomes various within limits which are not limited to the gestalt of such operation at all, and do not deviate from the summary of this invention.

[0237] For example, in applying the power output unit 20 of the 1st example to a four-wheel drive car (4WD), it becomes as [ show / in drawing 58 ]. With the configuration shown in drawing 58, the assistant motor 40 mechanically combined with the driving shaft 22 is separated from a driving shaft 22, it arranges independently in the rear wheel section of a car, and the driving wheels 27 and 29 of the rear wheel section are driven by this assistant motor 40. On the other hand, it is combined with the differential gear 24 through the gear 23, and the tip of a driving shaft 22 drives the driving wheels 26 and 28 of the front-wheel section with this driving shaft 22. The 1st example mentioned above under such a configuration and its modification are realizable.

[0238] Moreover, in applying the power output unit 110 of the 3rd example to a four-wheel drive car (4WD), it becomes as [ show / in drawing 59 ]. With the configuration shown in drawing 59, the motor MG 2 attached in

the ring wheel shaft 126 is separated from the ring wheel shaft 126, it arranges independently in the rear wheel section of a car, and the driving wheel 117,119 of the rear wheel section is driven by this motor MG 2. On the other hand, it is combined with the differential gear 114 of the front-wheel section of a car through the chain belt 129 and the power transfer gear 111, and the power fetch gear 128 combined with the ring wheel shaft 126 drives a driving wheel 116,118. The 5th example mentioned above under such a configuration is realizable.

[0239] Furthermore, this invention is applicable also to the configuration in which Motor MG was attached in the drive shaft DS so that it might illustrate to drawing 60. With this configuration, neither a clutch motor nor planetary gear connects, but Engine EG is connected to the direct drive shaft DS through Clutch CL. A car runs by the energy outputted from Engine EG, and the energy which are outputted and inputted from a motor. The fixed-speed transit control in this configuration controls the torque command value of Motor MG in consideration of the lowness of responsibility to output change of Engine EG while carrying out increase and decrease of the energy outputted from Engine EG of control for example, to velocity-error  $**V$ . Thus, if this invention is the configuration of operating a driving shaft by the energy outputted from an engine, and the energy which are outputted and inputted from a motor, it can apply any configurations. For example, it is also applicable to a configuration equipped with the switch SW which switches connection between the crankshaft of Engine EG, and a drive shaft DS, the configuration which mixes the energy outputted from Engine EG, and the energy which are outputted and inputted from Motor MG by planetary gear, and is outputted to a drive shaft DS so that it may illustrate to drawing 62 so that it may illustrate to drawing 61.

[0240] By the way, although the gasoline engine operated with a gasoline as an engine 50 and an engine 150 was used in each example mentioned above, various kinds of internal combustion, such as a diesel power plant, a turbine engine, and a jet engine, or an external combustion engine can also be used.

[0241] Moreover, as the clutch motor 30 and the assistant motor 40 of the 1st or 2nd example, or the motor MG 1 and Motor MG 2 of the 3rd or 4th example, although PM form (permanent magnet form-ermanent Magnet type) synchronous motor was used If regeneration actuation and a powering movement are made to perform, in addition, VR form (adjustable reluctance form; Variable Reluctance type) synchronous motor, A vernier motor, a direct current motor, an induction motor, a superconducting motor, a step motor, etc. can also be used.

[0242] Furthermore, in the 1st or 2nd example, although the rotation transformer 38 was used as a means of communication of the power to the clutch motor 30, slip ring-brush contact, slip ring-mercury contact, or semi-conductor coupling of magnetic energy can also be used.

[0243] Although the transistor inverter was used as the 1st of the 1st or 2nd example and the 2nd drive circuit 91 and 92, or the 1st of the 3rd or 4th example and the 2nd drive circuit 191,192 In addition, an IGBT (insulated-gate bipolar mode transistor; Insulated Gate Bipolar mode Transistor) inverter, A thyristor inverter, an electrical-potential-difference PWM (pulse-width-modulation-ulse Width Modulation) inverter, a square wave inverter (an electrical-potential-difference form inverter, current form inverter), a resonance inverter, etc. can also be used.

[0244] Moreover, as the dc-battery 94 of the 1st or 2nd example, or a dc-battery 194 of the 3rd or 4th example, although Pb dc-battery, a NiMH dc-battery, Li dc-battery, etc. can be used, it can replace with a dc-battery 94,194 and a capacitor can also be used.

[0245] Although each example explained the case where a power output unit was carried in a car, this invention is not limited to this and, in addition to this, can also be carried [ means of transportation, such as a vessel and an aircraft, and ] in various industrial machines etc.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the outline configuration of the car carrying the power output unit 20 as the 1st example of this invention.

[Drawing 2] It is the block diagram showing the outline configuration of the power output unit 20 of the 1st example centering on the clutch motor 30, the assistant motor 40, and a control unit 80.

[Drawing 3] It is the sectional view showing the structure of the clutch motor 30 which constitutes the power output unit 20 of the 1st example, and the assistant motor 40.

[Drawing 4] It is a graph for explaining the principle of operation of the power output unit 20 of the 1st example.

[Drawing 5] It is the flow chart which illustrates the initial manipulation routine of fixed-speed transit performed by the control device 80 of the 1st example.

[Drawing 6] It is the flow chart which illustrates fundamental processing of control of the clutch motor 30 performed by the control device 80 of the 1st example.

[Drawing 7] It is the flow chart which illustrates fundamental processing of control of the assistant motor 40 performed by the control unit 80 of the 1st example.

[Drawing 8] It is the flow chart which illustrates the throttle-valve opening control routine performed by EFIECU70 of the 1st example.

[Drawing 9] It is the flow chart which illustrates the fuel-injection control manipulation routine performed by EFIECU70 of the 1st example.

[Drawing 10] It is the flow chart which illustrates the fixed-speed transit control routine performed by the control device 80 of the 1st example.

[Drawing 11] The remaining capacity BRM of a dc-battery 94 is the explanatory view which illustrates signs that the vehicle speed V of a car is sometimes maintained by the target rate Vm within proper limits.

[Drawing 12] It is the graph which illustrates the situation of change of the operation point of the engine 50 in the engine-speed Ne> engine speed Nd at the time of negating velocity-error \*\*V and the operation point of a driving shaft 22.

[Drawing 13] It is the graph which illustrates the situation of change of the operation point of the engine 50 in the engine-speed Ne< engine speed Nd at the time of negating velocity-error \*\*V and the operation point of a driving shaft 22.

[Drawing 14] The vehicle speed V is the explanatory view which illustrates signs that the remaining capacity BRM of a dc-battery 94 is maintained at the proper range at the target rate Vm at the fixed time.

[Drawing 15] It is the graph which illustrates the situation of change of the operation point of the engine 50 in the engine-speed Ne> engine speed Nd at the time of charging a dc-battery 94 and the operation point of a driving shaft 22.

[Drawing 16] It is the graph which illustrates the situation of change of the operation point of the engine 50 in the engine-speed Ne< engine speed Nd at the time of charging a dc-battery 94 and the operation point of a driving shaft 22.

[Drawing 17] It is the graph which illustrates the situation of change of the operation point of the engine 50 in the engine-speed Ne> engine speed Nd at the time of discharging from a dc-battery 94 and the operation point of a driving shaft 22.

[Drawing 18] It is the graph which illustrates the situation of change of the operation point of the engine 50 in the engine-speed Ne< engine speed Nd at the time of discharging from a dc-battery 94 and the operation point of a driving shaft 22.

[Drawing 19] It is the explanatory view which illustrates the situation of actuation of the engine 50 when velocity-error  $\Delta V$  arises during charge of a dc-battery 94, a dc-battery 94, and the assistant motor 40.

[Drawing 20] It is the graph which illustrates the situation of change of the operation point of the engine 50 in the engine-speed  $N_e > N_d$  at the time of velocity-error  $\Delta V$  arising during charge of a dc-battery 94 and the operation point of a driving shaft 22.

[Drawing 21] It is the graph which illustrates the situation of change of the operation point of the engine 50 in the engine-speed  $N_e < N_d$  at the time of velocity-error  $\Delta V$  arising during charge of a dc-battery 94 and the operation point of a driving shaft 22.

[Drawing 22] It is the flow chart which shows the modification of the fixed-speed transit control routine performed by the control device 80 of the 1st example.

[Drawing 23] It is the graph which illustrates the situation of change of the operation point of the engine 50 in the engine-speed  $N_e > N_d$  at the time of changing target torque  $T_e^*$  and target engine-speed  $N_e^*$  with the change in the output energy  $P_d$  and the operation point of a driving shaft 22.

[Drawing 24] It is the graph which illustrates the situation of change of the operation point of the engine 50 in the engine-speed  $N_e < N_d$  at the time of changing target torque  $T_e^*$  and target engine-speed  $N_e^*$  with the change in the output energy  $P_d$  and the operation point of a driving shaft 22.

[Drawing 25] It is the graph which illustrates the situation of change of the operation point of the engine 50 in the engine-speed  $N_e > N_d$  at the time of the ability of the output energy  $P_d$  not to set up gradually and the operation point of a driving shaft 22.

[Drawing 26] It is the graph which illustrates the situation of change of the operation point of the engine 50 in the engine-speed  $N_e < N_d$  at the time of the ability of the output energy  $P_d$  not to set up gradually and the operation point of a driving shaft 22.

[Drawing 27] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 20A which is the modification of the power output unit 20 of the 1st example.

[Drawing 28] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 20B of the 2nd example.

[Drawing 29] It is the flow chart which illustrates a part of initial manipulation routine of fixed-speed transit performed by the control device 80 of power output unit 20B of the 2nd example.

[Drawing 30] It is the flow chart which illustrates a part of fixed-speed transit control routine performed by the control device 80 of power output unit 20B of the 2nd example.

[Drawing 31] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration of power output unit 20C which is the modification of power output unit 20B of the 2nd example.

[Drawing 32] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration of power output unit 20D which is the modification of power output unit 20B of the 2nd example.

[Drawing 33] It is the block diagram which illustrates the configuration of the outline of the car incorporating the power output unit 110 as the 3rd example of this invention.

[Drawing 34] It is the block diagram showing the outline configuration of the power output unit 110 as the 3rd example.

[Drawing 35] It is the partial enlarged drawing of the power output unit 110 of the 3rd example.

[Drawing 36] It is a graph for explaining actuation of the power output unit 110 of the 3rd example.

[Drawing 37] It is the collinear Fig. showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with planetary gear 120.

[Drawing 38] It is the collinear Fig. showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with planetary gear 120.

[Drawing 39] It is the flow chart which illustrates the initial manipulation routine of fixed-speed transit performed by the control device 180 of the 3rd example.

[Drawing 40] It is the flow chart which illustrates fundamental processing of control of the motor MG 1 performed by the control device 180 of the 3rd example.

[Drawing 41] It is the flow chart which illustrates fundamental processing of control of the motor MG 2 performed by the control device 180 of the 3rd example.

[Drawing 42] It is the flow chart which illustrates the fixed-speed transit control routine performed by the control device 80 of the 3rd example.

[Drawing 43] The remaining capacity BRM of the dc-battery 194 of the 3rd example is the explanatory view which illustrates signs that the vehicle speed  $V$  of a car is sometimes maintained by the target rate  $V_m$  within

proper limits.

[Drawing 44] It is an explanatory view explaining the situation of change of the collinear Fig. at the time of negating velocity-error  $**V$ .

[Drawing 45] It is an explanatory view explaining the situation of change of the collinear Fig. at the time of negating velocity-error  $**V$ .

[Drawing 46] It is the explanatory view which illustrates the situation of actuation of one engine 50 when velocity-error  $**V$  arises during charge of the dc-battery 194 of the 3rd example, a dc-battery 194, and a motor MG 2.

[Drawing 47] It is an explanatory view explaining the situation of change of the collinear Fig. at the time of velocity-error  $**V$  arising during charge of a dc-battery 94.

[Drawing 48] It is the flow chart which shows the modification of the fixed-speed transit control routine performed by the control device 80 of the 3rd example.

[Drawing 49] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration of power output unit 110A which is the modification of the power output unit 110 of the 3rd example.

[Drawing 50] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration of power output unit 110B which is the modification of the power output unit 110 of the 3rd example.

[Drawing 51] It is the block diagram showing the outline configuration of power output unit 110C of the 4th example.

[Drawing 52] It is the collinear Fig. showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 of the 4th example.

[Drawing 53] It is the collinear Fig. showing the rotational frequency of three shafts and the relation of torque which were combined with the planetary gear 120 of the 4th example.

[Drawing 54] It is the flow chart which illustrates a part of initial manipulation routine of fixed-speed transit performed by the control device 180 of power output unit 110C of the 4th example.

[Drawing 55] It is the flow chart which illustrates a part of fixed-speed transit control routine performed by the control device 180 of power output unit 110C of the 4th example.

[Drawing 56] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration of power output unit 110D which is the modification of power output unit 110C of the 4th example.

[Drawing 57] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration of power output unit 110E which is the modification of power output unit 110C of the 4th example.

[Drawing 58] It is the block diagram showing the configuration at the time of applying the power output unit 20 of the 1st example to a four-wheel drive car.

[Drawing 59] It is the block diagram showing the configuration at the time of applying the power output unit 110 of the 3rd example to a four-wheel drive car.

[Drawing 60] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration which can apply this invention.

[Drawing 61] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration which can apply this invention.

[Drawing 62] It is the block diagram which illustrates the outline of the configuration which can apply this invention.

#### [Description of Notations]

20 -- Power output unit

20A-20D -- Power output unit

22 -- Driving shaft

23 -- Gear

24 -- Differential gear

26 28 -- Driving wheel

27 29 -- Driving wheel

30 -- Clutch motor

32 -- Outer rotor

34 -- Inner rotor

35 -- Permanent magnet

36 -- Three phase coil

37A, 37B -- Bearing

38 -- Rotation transformer  
38A -- Primary winding  
38B -- Secondary winding  
39 -- Resolver  
40 -- Assistant motor  
42 -- Rota  
43 -- Stator  
44 -- Three phase coil  
45 -- Case  
46 -- Permanent magnet  
48 -- Resolver  
49 -- Bearing  
50 -- Engine  
51 -- Fuel injection valve  
52 -- Combustion chamber  
54 -- Piston  
56 -- Crankshaft  
57 -- Wheel  
58 -- Ignitor  
59a -- Press fit pin  
59b -- Screw  
60 -- Distributor  
62 -- Ignition plug  
64 -- Accelerator pedal  
65 -- Accelerator pedal position sensor  
66 -- Throttle valve  
67 -- Actuator  
67 -- Throttle-valve position sensor  
68 -- Actuator  
70 -- EFIECU  
72 -- Inlet-pipe negative pressure sensor  
74 -- Coolant temperature sensor  
76 -- Rotational frequency sensor  
78 -- Angle-of-rotation sensor  
79 -- Starting switch  
80 -- Control unit  
82 -- Shift lever  
84 -- Shift position sensor  
86 -- Speed sensor  
90 -- Control CPU  
90 a--RAM  
90 b--ROM  
91 -- 1st drive circuit  
92 -- 2nd drive circuit  
94 -- Dc-battery  
95 96 -- Current detector  
97 98 -- Current detector  
99 -- Remaining capacity detector  
110 -- Power output unit  
110A-110E -- Power output unit  
111 -- Power transfer gear  
112 -- Driving shaft  
114 -- Differential gear  
116,118 -- Driving wheel

117,119 -- Driving wheel  
119 -- Case  
120 -- Planetary gear  
121 -- Sun gear  
122 -- Ring wheel  
123 -- Planetary pinion gear  
124 -- Planetary carrier  
125 -- Sun gear shaft  
126 -- Ring wheel shaft  
128 -- Power fetch gear  
129 -- Chain belt  
132 -- Rota  
133 -- Stator  
134 -- Three phase coil  
135 -- Permanent magnet  
139 -- Resolver  
142 -- Rota  
143 -- Stator  
144 -- Three phase coil  
145 -- Permanent magnet  
149 -- Resolver  
150 -- Engine  
156 -- Crankshaft  
157 -- Resolver  
165 -- Accelerator pedal position sensor  
166 -- Throttle valve  
167 -- Actuator  
170 -- EFIECU  
180 -- Control unit  
184 -- Shift position sensor  
186 -- Speed sensor  
190 -- Control CPU  
190 a--RAM  
190 b--ROM  
191 -- 1st drive circuit  
192 -- 2nd drive circuit  
194 -- Dc-battery  
195,196 -- Current detector  
197,198 -- Current detector  
199 -- Remaining capacity detector  
L1, L2 -- Power-source Rhine  
MG1 -- Motor  
MG2 -- Motor  
Tr1-Tr6 -- Transistor  
From Tr11 to Tr16 -- Transistor

---

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
 B 6 0 K 31/00  
 41/18  
 B 6 0 L 11/12  
 F 0 2 B 61/00  
 F 0 2 D 29/02

識別記号 庁内整理番号

F I  
 B 6 0 K 31/00  
 41/18  
 B 6 0 L 11/12  
 F 0 2 B 61/00  
 F 0 2 D 29/02

技術表示箇所  
 Z  
 E  
 D

審査請求 未請求 請求項の数23 FD (全49頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平8-212030  
 (22)出願日 平成8年(1996)7月22日  
 (31)優先権主張番号 特願平7-337902  
 (32)優先日 平7(1995)11月30日  
 (33)優先権主張国 日本 (J P)

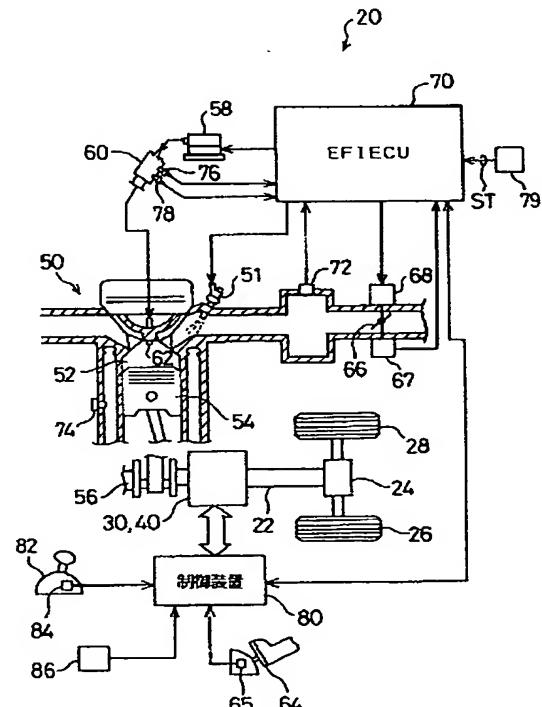
(71)出願人 000003207  
 トヨタ自動車株式会社  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地  
 (72)発明者 高岡 俊文  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (72)発明者 香 裕史  
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
 (74)代理人 弁理士 五十嵐 孝雄 (外3名)

(54)【発明の名称】 定速駆動装置及び自動車の定速走行装置並びに動力出力装置の制御方法

(57)【要約】

【課題】 車速や駆動軸の回転数をより安定して一定に保つ。

【解決手段】 車両に搭載された動力出力装置20は、エンジン50とクラッチモータ30とアシストモータ40と制御装置80とバッテリ94とを備える。両モータ30, 40は、制御装置80に制御されることで、エンジン50から出力されるエネルギーを、駆動軸22に伝達する。車速センサ29により検出される車速と目標速度とに偏差が生じると、この偏差に基づいて計算されるエネルギーだけエンジン50からの出力エネルギーPdを増加すると共にアシストモータ40のトルクをこの増加するエネルギーに相当するトルクだけ増加する。エンジン50のエネルギー増加はその応答性が低くある程度の時間を要するが、その間、アシストモータ40のトルク増加に必要なエネルギーはバッテリ94からの放電によって賄われるから、偏差を素早く打ち消して車速を目標速度に保つことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 駆動軸を定速で回転駆動する定速駆動装置であって、  
出力軸を有する原動機と、  
前記原動機を運転する原動機運転手段と、  
前記原動機の出力軸と前記駆動軸とを接続する接続手段と、  
前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、  
前記電動機を駆動する電動機駆動回路と、  
前記電動機駆動回路を介して前記電動機から回生される電力による充電と、前記電動機駆動回路を介して前記電動機の駆動に要する電力の放電とを行なう蓄電手段と、  
操作者の指示に基づいて前記駆動軸の目標回転数を設定する目標回転数設定手段と、  
前記駆動軸の回転数を検出する回転数検出手段と、  
該検出された回転数に基づいて、該回転数が前記目標回転数となるよう前記原動機運転手段および前記電動機駆動回路を介して前記原動機および前記電動機を制御する回転制御手段とを備える定速駆動装置。

【請求項 2】 前記接続手段は、前記原動機の出力軸と前記駆動軸とを機械的に接続する手段である請求項 1 記載の定速駆動装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の定速駆動装置であって、  
前記接続手段は、前記原動機の出力軸に結合される第 1 の回転軸と前記駆動軸に結合される第 2 の回転軸とを有し、前記第 1 の回転軸に入出力される動力と前記第 2 の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整するエネルギー調整手段であり、

前記蓄電手段は、前記エネルギー調整手段による前記エネルギー偏差の調整の際に入出力される電気エネルギーの少なくとも一部の充放電が可能な手段である定速駆動装置。

【請求項 4】 前記エネルギー調整手段は、前記第 1 の回転軸に結合された第 1 のロータと、前記第 2 の回転軸に結合され該第 1 のロータに対して相対的に回転可能な第 2 のロータとを有し、該両ロータ間の電磁的な結合を介して該両回転軸間の動力のやり取りをすると共に、該両ロータ間の電磁的な結合と該両ロータ間の回転数差に基づいて電気エネルギーを入出力する対ロータ電動機である請求項 3 記載の定速駆動装置。

【請求項 5】 前記電動機は、前記対ロータ電動機の第 2 のロータと該第 2 のロータを回転可能なステータとかなり、前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機である請求項 4 記載の定速駆動装置。

【請求項 6】 前記電動機は、前記対ロータ電動機の第 1 のロータと該第 1 のロータを回転可能なステータとかなり、前記原動機の出力軸と動力のやり取りをする電動機である請求項 4 記載の定速駆動装置。

【請求項 7】 前記エネルギー調整手段は、前記第 1 の回

転軸および前記第 2 の回転軸と異なる第 3 の回転軸を有し、前記 3 つの回転軸のうちいずれか 2 つの回転軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の回転軸へ入出力される動力が決定される 3 軸式動力入出力手段と、前記第 3 の回転軸と動力のやり取りをする回転軸電動機とからなる請求項 3 記載の定速駆動装置。

【請求項 8】 請求項 1 ないし 7 いずれか記載の定速駆動装置であって、

前記蓄電手段の蓄電状態を検出する蓄電状態検出手段を備え、  
前記回転制御手段は、前記蓄電状態検出手段により検出された前記蓄電手段の蓄電状態と前記回転数検出手段により検出された回転数に基づいて、該回転数が前記目標回転数となり前記蓄電手段の蓄電状態が所定範囲の状態となるよう前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御する手段である定速駆動装置。

【請求項 9】 前記回転制御手段は、前記原動機から出力される動力が段階的に変化するよう制御する手段である請求項 1 ないし 8 いずれか記載の定速駆動装置。

【請求項 10】 請求項 1 ないし 9 いずれか記載の定速駆動装置であって、  
前記回転制御手段は、  
前記回転数検出手段により検出された回転数に基づいて、該回転数の変化率を演算する変化率演算手段を備え、  
該演算された変化率と前記検出された回転数に基づいて、前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御する手段である定速駆動装置。

【請求項 11】 自動車を定速で走行する定速走行装置であって、

出力軸を有する原動機と、  
前記原動機を運転する原動機運転手段と、  
前記原動機の出力軸と前記自動車の車輪に結合される駆動軸とを接続する接続手段と、  
前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、  
前記電動機を駆動する電動機駆動回路と、  
前記電動機駆動回路を介して前記電動機から回生される電力による充電と、前記電動機駆動回路を介して前記電動機の駆動に要する電力の放電とを行なう蓄電手段と、  
操作者の指示に基づいて前記自動車の目標速度を設定する目標速度設定手段と、  
前記自動車の車速を検出する車速検出手段と、  
該検出された車速に基づいて、該車速が前記目標速度となるよう前記原動機運転手段および前記電動機駆動回路を介して前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御する車速制御手段とを備

える自動車の定速走行装置。

【請求項 1 2】 前記接続手段は、前記原動機の出力軸と前記駆動軸とを機械的に接続する手段である請求項 1 1 記載の自動車の定速走行装置。

【請求項 1 3】 前記接続手段は、操作者の指示に基づいて前記原動機の出力軸と前記駆動軸との接続および接続の解除を行なう接続解除手段を備える請求項 1 1 または 1 2 記載の自動車の定速走行装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 1 記載の自動車の定速走行装置であって、前記接続手段は、前記原動機の出力軸に結合される第 1 の回転軸と前記駆動軸に結合される第 2 の回転軸とを有し、前記第 1 の回転軸に入出力される動力と前記第 2 の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整するエネルギー調整手段であり、

前記蓄電手段は、前記エネルギー調整手段による前記エネルギー偏差の調整の際に入出力される電気エネルギーの少なくとも一部の充放電が可能な手段である自動車の定速走行装置。

【請求項 1 5】 前記エネルギー調整手段は、前記第 1 の回転軸に結合された第 1 のロータと、前記第 2 の回転軸に結合され該第 1 のロータに対して相対的に回転可能な第 2 のロータとを有し、該両ロータ間の電磁的な結合を介して該両回転軸間の動力のやり取りをすると共に、該両ロータ間の電磁的な結合と該両ロータ間の回転数差とに基づいて電気エネルギーを入出力する対ロータ電動機である請求項 1 4 記載の自動車の定速走行装置。

【請求項 1 6】 前記電動機は、前記対ロータ電動機の第 2 のロータと該第 2 のロータを回転可能なステータとからなり、前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機である請求項 1 5 記載の自動車の定速走行装置。

【請求項 1 7】 前記電動機は、前記対ロータ電動機の第 1 のロータと該第 1 のロータを回転可能なステータとからなり、前記原動機の出力軸と動力のやり取りをする電動機である請求項 1 5 記載の自動車の定速走行装置。

【請求項 1 8】 前記エネルギー調整手段は、前記第 1 の回転軸および前記第 2 の回転軸と異なる第 3 の回転軸を有し、前記 3 つの回転軸のうちいずれか 2 つの回転軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の回転軸へ入出力される動力が決定される 3 軸式動力入出力手段と、前記第 3 の回転軸と動力のやり取りをする回転軸電動機とからなる請求項 1 4 記載の自動車の定速走行装置。

【請求項 1 9】 請求項 1 1 ないし 1 8 いずれか記載の自動車の定速走行装置であって、

前記蓄電手段の蓄電状態を検出する蓄電状態検出手段を備え、

前記車速制御手段は、前記蓄電状態検出手段により検出された前記蓄電手段の蓄電状態と前記車速検出手段によ

り検出された車速に基づいて、該車速が前記目標速度となり前記蓄電手段の蓄電状態が所定範囲の状態となるよう前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御する手段である自動車の定速走行装置。

【請求項 2 0】 前記車速制御手段は、前記原動機から出力される動力が段階的に変化するよう制御する手段である請求項 1 1 ないし 1 9 いずれか記載の自動車の定速走行装置。

【請求項 2 1】 請求項 1 1 ないし 2 0 いずれか記載の自動車の定速走行装置であって、

前記車速制御手段は、

前記車速検出手段により検出された車速に基づいて、該車速の変化率を演算する変化率演算手段を備え、該演算された変化率と前記検出された車速とにに基づいて、前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御する手段である自動車の定速走行装置。

【請求項 2 2】 出力軸を有する原動機と、前記原動機の出力軸と駆動軸とを接続する接続手段と、前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、

前記電動機駆動回路を介して前記電動機から回生される電力による充電と、前記電動機駆動回路を介して前記電動機の駆動に要する電力の放電とを行なう蓄電手段とを備える動力出力装置の制御方法であって、

操作者の指示に基づいて前記駆動軸の目標回転数を設定し、

前記駆動軸の回転数を検出し、

該検出された回転数に基づいて、該回転数が前記目標回転数となるよう前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御する動力出力装置の制御方法。

【請求項 2 3】 出力軸を有する原動機と、前記原動機の出力軸と自動車の車輪に結合される駆動軸とを接続する接続手段と、

前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、

前記電動機駆動回路を介して前記電動機から回生される電力による充電と、前記電動機駆動回路を介して前記電動機の駆動に要する電力の放電とを行なう蓄電手段とを備える動力出力装置を搭載する自動車を定速走行させる該動力出力装置の制御方法であって、

操作者の指示に基づいて前記自動車の目標速度を設定し、

前記自動車の車速を検出し、

該検出された車速に基づいて、該車速が前記目標速度となるよう前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御する動力出力装置の制御方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、定速駆動装置及び自動車の定速走行装置並びに動力出力装置の制御方法に関し、詳しくは、駆動軸を定速で回転駆動する定速駆動装置および自動車を定速で走行する定速走行装置並びに駆動軸に動力を出力する動力出力装置の制御方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種の定速駆動装置または自動車の定速走行装置としては、自動車の車速を検出し、この車速と目標速度とに基づいて車速が目標速度となるようエンジンから出力される動力をフィードバック制御するものが提案されている（例えば、特開昭63-74730号公報など）。この装置では、エンジンから出力される動力は、エンジンへ供給される吸気量を調節するスロットルバルブの開度を調節することによって行なわれる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、こうしたエンジンから出力される動力を調節することにより車速を目標速度に制御する定速走行装置では、きめ細かな定速走行の制御ができないといった問題があった。エンジンは、スロットルバルブを開いても直ちにその開度に応じた回転数およびトルクで運転されるものではないから、その開度に応じた動力が出来るまでにある程度の時間がかかる。このようにエンジンの出力の応答性は低いから、車速と目標速度とに偏差が生じてもその偏差を直ちに解消することができない。また、こうしたスロットルバルブの開度の調節によるエンジン出力の制御は、直接的にエンジン出力を制御するものでないから、エンジン出力を高精度に制御することができない。

【0004】本発明の定速駆動装置および自動車の定速走行装置並びに動力出力装置の制御方法は、こうした問題を解決し、車速や駆動軸の回転数をより安定して一定に保つことを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】本発明の定速駆動装置は、駆動軸を定速で回転駆動する定速駆動装置であって、出力軸を有する原動機と、前記原動機を運転する原動機運転手段と、前記原動機の出力軸と前記駆動軸とを接続する接続手段と、前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、前記電動機を駆動する電動機駆動回路と、前記電動機駆動回路を介して前記電動機から回生される電力による充電と、前記電動機駆動回路を介して前記電動機の駆動に要する電力の放電とを行なう蓄電手段と、操作者の指示に基づいて前記駆動軸の目標回転数を設定する目標回転数設定手段と、前記駆動軸の回転数を検出する回転数検出手段と、該検出された回転数に基づいて、該回転

数が前記目標回転数となるよう前記原動機運転手段および前記電動機駆動回路を介して前記原動機および前記電動機を制御する回転制御手段とを備えることを要旨とする。

【0006】この定速駆動装置は、原動機運転手段が出力軸を有する原動機を運転し、接続手段が原動機の出力軸と駆動軸とを接続する。電動機は、電動機駆動回路によって駆動され、原動機の出力軸または駆動軸と動力のやり取りをする。蓄電手段は、必要に応じて、電動機駆動回路を介して電動機から回生される電力による充電と、電動機駆動回路を介して電動機の駆動に要する電力の放電を行なう。回転制御手段は、回転数検出手段により検出された回転数に基づいて、該回転数が操作者の指示に基づいて目標回転数設定手段により設定された駆動軸の目標回転数となるよう原動機運転手段および電動機駆動回路を介して原動機および電動機を制御する。

【0007】こうした定速駆動装置によれば、駆動軸の回転数に基づいて原動機と電動機と接続手段とが制御されて駆動軸に出力される動力が調整されるから、駆動軸の回転数を目標回転数にすることができる。しかも、電動機から出力される動力は、瞬時に変更することができ、その変化量も十分に小さいものとすることができるから、応答性が良い高精度な制御とすることができる。

【0008】こうした本発明の定速駆動装置において、前記接続手段は前記原動機の出力軸と前記駆動軸とを機械的に接続する手段であるものすることもできる。

【0009】また、本発明の定速駆動装置において、前記接続手段は、前記原動機の出力軸に結合される第1の回転軸と前記駆動軸に結合される第2の回転軸とを有し、前記第1の回転軸に入出力される動力と前記第2の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整するエネルギー調整手段であり、前記蓄電手段は、前記エネルギー調整手段による前記エネルギー偏差の調整の際に入出力される電気エネルギーの少なくとも一部の充放電が可能な手段であるものとすることもできる。

【0010】この態様の定速駆動装置は、原動機の出力軸に結合される第1の回転軸と駆動軸に結合される第2の回転軸とを有する接続手段であるエネルギー調整手段が、第1の回転軸に入出力される動力と第2の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整する。そして、蓄電手段は、必要に応じてエネルギー調整手段によるエネルギー偏差の調整の際に入出力される電気エネルギーの少なくとも一部の充放電を行なう。こうすれば、原動機と駆動軸とを独立に動作させることもできる。また、蓄電手段でエネルギー調整手段によるエネルギー偏差の調整の際に入出力される電気エネルギーの少なくとも一部を充放電することによりエネルギー効率をより高くすることができる。

【0011】こうした接続手段がエネルギー調整手段であ

る定速駆動装置において、前記エネルギー調整手段は、前記第1の回転軸に結合された第1のロータと、前記第2の回転軸に結合され該第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有し、該両ロータ間の電磁的な結合を介して該両回転軸間の動力のやり取りをすると共に、該両ロータ間の電磁的な結合と該両ロータ間の回転数差とに基づいて電気エネルギーを入出力する対ロータ電動機であるものとすることもできる。この態様の定速駆動装置は、第1の回転軸に結合された第1のロータと、第2の回転軸に結合され第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有する対ロータ電動機が、両ロータ間の電磁的な結合を介して両回転軸間の動力のやり取りをすると共に、両ロータ間の電磁的な結合と両ロータ間の回転数差とに基づいて電気エネルギーを入出力する。

【0012】このエネルギー調整手段が対ロータ電動機である定速駆動装置において、前記電動機は、前記対ロータ電動機の第2のロータと該第2のロータを回転可能なステータとからなり、前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機であるものとしたり、前記電動機は、前記対ロータ電動機の第1のロータと該第1のロータを回転可能なステータとからなり、前記原動機の出力軸と動力のやり取りをする電動機であるものとすることもできる。これらの態様とすれば、装置全体の小型化を図ることができる。

【0013】また、接続手段がエネルギー調整手段である定速駆動装置において、前記エネルギー調整手段は、前記第1の回転軸および前記第2の回転軸と異なる第3の回転軸を有し、前記3つの回転軸のうちいずれか2つの回転軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の回転軸へ入出力される動力が決定される3軸式動力入出力手段と、前記第3の回転軸と動力のやり取りをする回転軸電動機とからなるものとすることもできる。この態様の定速駆動装置における3軸式動力入出力装置は、第1の回転軸と第2の回転軸と第3の回転軸とを有し、これらの3軸のうちのいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、この入出力された動力に基づいて決定される動力を残余の1軸から入出力する。そして、回転軸電動機は、第3の回転軸と動力のやり取りをする。

【0014】これらの変形例を含め本発明の定速駆動装置において、前記蓄電手段の蓄電状態を検出する蓄電状態検出手段を備え、前記回転制御手段は、前記蓄電状態検出手段により検出された前記蓄電手段の蓄電状態と前記回転数検出手段により検出された回転数とに基づいて、該回転数が前記目標回転数となり前記蓄電手段の蓄電状態が所定範囲の状態となるよう前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御する手段であるものとすることもできる。

【0015】この態様の定速駆動装置とすれば、蓄電手

段の蓄電状態を常に所定の状態範囲内にすることもできる。

【0016】また、本発明の定速駆動装置において、前記回転制御手段は、前記原動機から出力される動力が段階的に変化するよう制御する手段であるものとすることもできる。この態様の定速駆動装置とすれば、原動機の運転制御の精度を低くすることができると共に、原動機の運転制御を簡易なものとすることもできる。

【0017】あるいは、本発明の定速駆動装置において、前記回転制御手段は、前記回転数検出手段により検出された回転数に基づいて、該回転数の変化率を演算する変化率演算手段を備え、該演算された変化率と前記検出された回転数とに基づいて、前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御する手段であるものとすることもできる。

【0018】この態様の定速駆動装置とすれば、駆動軸の回転数の変化率に基づいて制御するから、その制御の精度をより高くすることができる。

【0019】本発明の自動車の定速走行装置は、自動車を定速で走行する定速走行装置であって、出力軸を有する原動機と、前記原動機を運転する原動機運転手段と、前記原動機の出力軸と前記自動車の車輪に結合される駆動軸とを接続する接続手段と、前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、前記電動機を駆動する電動機駆動回路と、前記電動機駆動回路を介して前記電動機から回生される電力による充電と、前記電動機駆動回路を介して前記電動機の駆動に要する電力の放電とを行なう蓄電手段と、操作者の指示に基づいて前記自動車の目標速度を設定する目標速度設定手段と、前記自動車の車速を検出する車速検出手段と、該検出された車速に基づいて、該車速が前記目標速度となるよう前記原動機運転手段および前記電動機駆動回路を介して前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御する車速制御手段とを備えることを要旨とする。

【0020】この自動車の定速走行装置は、原動機運転手段が出力軸を有する原動機を運転し、接続手段が原動機の出力軸と自動車の車輪に結合される駆動軸とを接続する。電動機は、電動機駆動回路によって駆動され、原動機の出力軸または駆動軸と動力のやり取りをする。蓄電手段は、必要に応じて、電動機駆動回路を介して電動機から回生される電力による充電と、電動機駆動回路を介して電動機の駆動に要する電力の放電とを行なう。車速制御手段は、車速検出手段により検出された車速に基づいて、車速が操作者の支持に基づいて目標速度設定手段により設定された目標速度となるよう原動機運転手段および電動機駆動回路を介して原動機および電動機を制御すると共に接続手段の接続状態を制御する。

【0021】こうした自動車の定速走行装置によれば、自動車の車速に基づいて原動機と電動機と接続手段とが

制御されて、車輪に結合される駆動軸に出力される動力が調整されるから、車速を目標車速にすることができる。しかも、電動機から出力される動力は、瞬時に変更することができ、その変化量も十分に小さいものとすることができるから、応答性が良い高精度な制御とすることができる。

【0022】こうした本発明の自動車の定速走行装置において、前記接続手段は前記原動機の出力軸と前記駆動軸とを機械的に接続する手段であるものとしたり、前記接続手段は操作者の指示に基づいて前記原動機の出力軸と前記駆動軸との接続および接続の解除を行なう接続解除手段を備えるものとすることもできる。

【0023】また、本発明の自動車の定速走行装置において、前記接続手段は、前記原動機の出力軸に結合される第1の回転軸と前記駆動軸に結合される第2の回転軸とを有し、前記第1の回転軸に入出力される動力と前記第2の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整するエネルギー調整手段であり、前記蓄電手段は、前記エネルギー調整手段による前記エネルギー偏差の調整の際に入出力される電気エネルギーの少なくとも一部の充放電が可能な手段であるものとすることもできる。

【0024】この態様の自動車の定速走行装置は、原動機の出力軸に結合される第1の回転軸と駆動軸に結合される第2の回転軸とを有する接続手段であるエネルギー調整手段が、第1の回転軸に入出力される動力と第2の回転軸に入出力される動力とのエネルギー偏差を対応する電気エネルギーの入出力により調整する。そして、蓄電手段は、必要に応じてエネルギー調整手段によるエネルギー偏差の調整の際に入出力される電気エネルギーの少なくとも一部の充放電を行なう。こうすれば、原動機と駆動軸とを独立に動作させることもできる。また、蓄電手段でエネルギー調整手段によるエネルギー偏差の調整の際に入出力される電気エネルギーの少なくとも一部を充放電することによりエネルギー効率をより高くすることができる。

【0025】こうした接続手段がエネルギー調整手段である自動車の定速走行装置において、前記エネルギー調整手段は、前記第1の回転軸に結合された第1のロータと、前記第2の回転軸に結合され該第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有し、該両ロータ間の電磁的な結合を介して該両回転軸間の動力のやり取りをすると共に、該両ロータ間の電磁的な結合と該両ロータ間の回転数差とにに基づいて電気エネルギーを入出力する対ロータ電動機であるものとすることもできる。この態様の自動車の定速走行装置は、第1の回転軸に結合された第1のロータと、第2の回転軸に結合され第1のロータに対して相対的に回転可能な第2のロータとを有する対ロータ電動機が、両ロータ間の電磁的な結合を介して両回転軸間の動力のやり取りをすると共に、両ロータ間の電磁的な結合と両ロータ間の回転数差とにに基づいて電

気エネルギーを入出力する。

【0026】このエネルギー調整手段が対ロータ電動機である自動車の定速走行装置において、前記電動機は、前記対ロータ電動機の第2のロータと該第2のロータを回転可能なステータとからなり、前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機であるものとしたり、前記電動機は、前記対ロータ電動機の第1のロータと該第1のロータを回転可能なステータとからなり、前記原動機の出力軸と動力のやり取りをする電動機であるものとすることもできる。これらの態様とすれば、装置全体の小型化を図ることができる。

【0027】また、接続手段がエネルギー調整手段である自動車の定速走行装置において、前記エネルギー調整手段は、前記第1の回転軸および前記第2の回転軸と異なる第3の回転軸を有し、前記3つの回転軸のうちいずれか2つの回転軸へ入出力される動力を決定したとき、該決定された動力に基づいて残余の回転軸へ入出力される動力が決定される3軸式動力入出力手段と、前記第3の回転軸と動力のやり取りをする回転軸電動機とからなるものとすることもできる。この態様の自動車の定速走行装置における3軸式動力入出力装置は、第1の回転軸と第2の回転軸と第3の回転軸とを有し、これらの3軸のうちのいずれか2軸へ動力が入出力されたとき、この入出力された動力に基づいて決定される動力を残余の1軸から入出力する。そして、回転軸電動機は、第3の回転軸と動力のやり取りをする。

【0028】これらの変形例を含め本発明の自動車の定速走行装置において、前記蓄電手段の蓄電状態を検出する蓄電状態検出手段を備え、前記車速制御手段は、前記蓄電状態検出手段により検出された前記蓄電手段の蓄電状態と前記車速検出手段により検出された車速とに基づいて、該車速が前記目標速度となり前記蓄電手段の蓄電状態が所定範囲の状態となるよう前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御する手段であるものとすることもできる。

【0029】この態様の自動車の定速走行装置とすれば、蓄電手段の蓄電状態を常に所定範囲の状態にすることもできる。

【0030】また、本発明の自動車の定速走行装置において、前記車速制御手段は、前記原動機から出力される動力が段階的に変化するよう制御する手段であるものとすることもできる。この態様の自動車の定速走行装置とすれば、原動機の運転制御の精度を低くすることができると共に、原動機の運転制御を簡易なものとすることができる。

【0031】あるいは、本発明の自動車の定速走行装置において、前記車速制御手段は、前記車速検出手段により検出された車速に基づいて、該車速の変化率を演算する変化率演算手段を備え、該演算された変化率と前記検出された車速とに基づいて、前記原動機および前記電動

機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御する手段であるものとすることもできる。

【0032】この態様の自動車の定速走行装置とすれば、車速の変化率に基づいて制御するから、その制御の精度をより高くすることができる。

【0033】本発明の第1の動力出力装置の制御方法は、出力軸を有する原動機と、前記原動機の出力軸と駆動軸とを接続する接続手段と、前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、前記電動機駆動回路を介して前記電動機から回生される電力による充電と、前記電動機駆動回路を介して前記電動機の駆動に要する電力の放電とを行なう蓄電手段とを備える動力出力装置の制御方法であって、操作者の指示に基づいて前記駆動軸の目標回転数を設定し、前記駆動軸の回転数を検出し、該検出された回転数に基づいて、該回転数が前記目標回転数となるよう前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御することを要旨とする。

【0034】この動力出力装置の制御方法によれば、駆動軸の回転数に基づいて原動機と電動機と接続手段とが制御されて駆動軸に出力される動力が調整されるから、駆動軸の回転数を目標回転数にすることができる。しかも、電動機から出力される動力は、瞬時に変更することができ、その変化量も十分に小さいものとすることができるから、応答性が良い高精度な制御とすることができます。

【0035】本発明の第2の動力出力装置の制御方法は、出力軸を有する原動機と、前記原動機の出力軸と自動車の車輪に結合される駆動軸とを接続する接続手段と、前記原動機の出力軸または前記駆動軸と動力のやり取りをする電動機と、前記電動機駆動回路を介して前記電動機から回生される電力による充電と、前記電動機駆動回路を介して前記電動機の駆動に要する電力の放電とを行なう蓄電手段とを備える動力出力装置を搭載する自動車を定速走行させる該動力出力装置の制御方法であって、操作者の指示に基づいて前記自動車の目標速度を設定し、前記自動車の車速を検出し、該検出された車速に基づいて、該車速が前記目標速度となるよう前記原動機および前記電動機を制御すると共に前記接続手段の接続状態を制御することを要旨とする。

【0036】この動力出力装置の制御方法によれば、自動車の車速に基づいて原動機と電動機と接続手段とが制御されて、自動車の車輪に結合される駆動軸に出力される動力が調整されるから、駆動軸の回転数を目標回転数にすることができる。しかも、電動機から出力される動力は、瞬時に変更することができ、その変化量も十分に小さいものとすることができるから、応答性が良い高精度な制御とすることができます。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施

例に基づいて説明する。図1は本発明の第1の実施例としての動力出力装置20を搭載した車両の概略構成を示す構成図である。図示するように、動力出力装置20は、大きくは、エンジン50と、エンジン50の運転を制御する電子制御ユニット(以下、EFI ECUと呼ぶ)70と、エンジン50から出力される動力を駆動軸22に伝達するクラッチモータ30およびアシストモータ40と、このクラッチモータ30およびアシストモータ40を駆動制御する制御装置80とから構成される。

【0038】エンジン50は、ガソリンにより運転されるガソリンエンジンであり、吸気系からスロットルバルブ66を介して吸入した空気と燃料噴射弁51から噴射されたガソリンとの混合気を燃焼室52に吸入し、この混合気の爆発により押し下げられるピストン54の運動をクランクシャフト56の回転運動に変換する。ここで、スロットルバルブ66はアクチュエータ68により開閉駆動される。点火プラグ62は、イグナイタ58からディストリビュータ60を介して導かれた高電圧によって電気火花を形成し、混合気はその電気火花によって点火されて爆発燃焼する。

【0039】EFI ECU70には、エンジン50の運転状態を示す種々のセンサが接続されている。例えば、スロットルバルブ66の開度(ポジション)を検出するスロットルバルブポジションセンサ67、原動機の50の負荷を検出する吸気管負圧センサ72、エンジン50の水温を検出する水温センサ74、ディストリビュータ60に設けられクランクシャフト56の回転数と回転角度を検出する回転数センサ76および回転角度センサ78などである。なお、EFI ECU70には、この他、例えばイグニッションキーの状態STを検出するスタータスイッチ79なども接続されているが、その他のセンサ、スイッチなどの図示は省略した。

【0040】エンジン50のクランクシャフト56には、クラッチモータ30とアシストモータ40とが結合されている。クラッチモータ30およびアシストモータ40に結合された駆動軸22は、ディファレンシャルギヤ24に結合されており、エンジン50から出力される動力は最終的に左右の駆動輪26、28に出力される。クラッチモータ30とアシストモータ40は、制御装置80により制御されている。制御装置80の構成は後で詳述するが、内部には制御CPUが備えられており、シフトレバー82に設けられたシフトポジションセンサ84やアクセルペダル64に設けられたアクセルペダルポジションセンサ65、車両の車速を検出する車速センサ86などが接続されている。また、制御装置80は、上述したEFI ECU70と通信により、種々の情報をやり取りしている。これらの情報のやり取りを含む制御については、後述する。

【0041】図2は、クラッチモータ30、アシストモータ40および制御装置80を中心とした動力出力装置20

の概略構成を示す構成図である。図示するように、クラッチモータ30は、アウタロータ32とインナロータ34とから構成されており、アウタロータ32はエンジン50のクランクシャフト56に結合され、インナロータ34は駆動軸22に結合されている。そして、この駆動軸22にはアシストモータ40のロータ42が結合されている。

【0042】クラッチモータ30は、アウタロータ32の内周面に永久磁石35を備え、インナロータ34に形成されたスロットに三相のコイル36を巻回する同期電動機として構成されている。この三相コイル36への電力は、回転トランス38を介して供給される。インナロータ34において三相コイル36用のスロットおよびティースを形成する部分は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層することで構成されている。なお、クランクシャフト56には、その回転角度 $\theta_e$ を検出するレゾルバ39が設けられているが、このレゾルバ39は、ディストリビュータ60に設けられた回転角度センサ78と兼用することも可能である。

【0043】他方、アシストモータ40も同期電動機として構成されているが、回転磁界を形成する三相コイル44は、ケース45に固定されたステータ43に巻回されている。このステータ43も、無方向性電磁鋼板の薄板を積層することで形成されている。ロータ42の外周面には、複数個の永久磁石46が設けられている。アシストモータ40では、この永久磁石46により磁界と三相コイル44が形成する磁界との相互作用により、ロータ42が回転する。ロータ42が機械的に結合された軸は、動力出力装置20のトルクの出力軸である駆動軸22であり、駆動軸22には、その回転角度 $\theta_d$ を検出するレゾルバ48が設けられている。また、駆動軸22は、ケース45に設けられたペアリング49により軸支されている。

【0044】係るクラッチモータ30とアシストモータ40は、クラッチモータ30のインナロータ34がアシストモータ40のロータ42、延いては駆動軸22に機械的に結合されている。したがって、エンジン50と両モータ30, 40との関係を簡略に言えば、エンジン50からクランクシャフト56に出力された軸トルクがクラッチモータ30のアウタロータ32およびインナロータ34を介して駆動軸22に出力され、アシストモータ40からのトルクがこれに加減算されるということになる。

【0045】アシストモータ40は、通常の永久磁石型三相同期モータとして構成されているが、クラッチモータ30は、永久磁石35を有するアウタロータ32も三相コイル36を備えたインナロータ34も、共に回転するよう構成されている。そこで、クラッチモータ30の構成の詳細について、図3のクラッチモータ30およびアシストモータ40の構造を示す断面図を用いて補足す

る。クラッチモータ30のアウタロータ32は、クランクシャフト56に嵌合されたホイール57の外周端に圧入ピン59aおよびネジ59bにより取り付けられている。ホイール57の中心部は、軸形状に突設されており、ここにペアリング37A, 37Bを用いてインナロータ34が回転自在に取り付けられている。また、インナロータ34には、駆動軸22の一端が固定されている。

【0046】アウタロータ32に永久磁石35が設けられていることは既に説明した。この永久磁石35は、実施例では4個設けられており、アウタロータ32の内周面に貼付されている。その磁化方向はクラッチモータ30の軸中心に向かう方向であり、一つおきに磁極の方向は逆向きになっている。この永久磁石35と僅かなギャップにより対向するインナロータ34の三相コイル36は、インナロータ34に設けられた計24個のスロット(図示せず)に巻回されており、各コイルに通電すると、スロットを隔てるティースを通る磁束を形成する。各コイルに三相交流を流すと、この磁界は回転する。三相コイル36の各々は、回転トランス38から電力の供給を受けるよう接続されている。この回転トランス38は、ケース45に固定された一次巻線38Aとインナロータ34に結合された駆動軸22に取り付けられた二次巻線38Bとからなり、電磁誘導により、一次巻線38Aと二次巻線38Bとの間で、双方に電力をやり取りすることができる。なお、三相(J, V, W相)の電流をやり取りするために、回転トランス38には三相分の巻線が用意されている。

【0047】隣接する一組の永久磁石35が形成する磁界と、インナロータ34に設けられた三相コイル36が形成する回転磁界との相互作用により、アウタロータ32とインナロータ34とは種々の振る舞いを示す。通常は、三相コイル36に流す三相交流の周波数は、クランクシャフト56に直結されたアウタロータ32の回転数(1秒間の回転数)とインナロータ34の回転数との偏差の周波数としている。この結果、両者の回転には滑りを生じることになる。クラッチモータ30およびアシストモータ40の制御の詳細については、後でフローチャートを用いて詳しく説明する。

【0048】次に、クラッチモータ30およびアシストモータ40を駆動・制御する制御装置80について説明する。制御装置80は、クラッチモータ30を駆動する第1の駆動回路91、アシストモータ40を駆動する第2の駆動回路92、両駆動回路91, 92を制御する制御CPLI90、二次電池であるバッテリ94から構成されている。制御CPLI90は、1チップマイクロプロセッサであり、内部に、ワーク用のRAM90a、処理プログラムを記憶したROM90b、入出力ポート(図示せず)およびE F I E C I 70と通信を行なうシリアル通信ポート(図示せず)を備える。この制御CPLI90

には、レゾルバ39からのエンジン50の回転角度 $\theta_e$ 、レゾルバ48からの駆動軸22の回転角度 $\theta_d$ 、アクセルペダルポジションセンサ65からのアクセルペダルポジション（アクセルペダルの踏込量）AP、シフトポジションセンサ84からのシフトポジションSP、車速センサ86からの車速V、第1の駆動回路91に設けられた2つの電流検出器95、96からのクラッチ電流値 $I_{uc}$ 、 $I_{vc}$ 、第2の駆動回路に設けられた2つの電流検出器97、98からのアシスト電流値 $I_{ua}$ 、 $I_{va}$ 、バッテリ94の残容量を検出する残容量検出器99からの残容量BRMなどが、入力ポートを介して入力されている。なお、残容量検出器99は、バッテリ94の電解液の比重またはバッテリ94の全体の重量を測定して残容量を検出するものや、充電・放電の電流値と時間を演算して残容量を検出するものや、バッテリの端子間を瞬間にショートさせて電流を流し内部抵抗を測ることにより残容量を検出するものなどが知られている。

【0049】また、制御CPU90からは、第1の駆動回路91に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタTr1ないしTr6を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路92に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタTr11ないしTr16を駆動する制御信号SW2とが output されている。第1の駆動回路91内の6個のトランジスタTr1ないしTr6は、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一対の電源ラインL1、L2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、クラッチモータ30の三相コイル(UVW)36の各々が、回転トランス38を介して接続されている。電源ラインL1、L2は、バッテリ94のプラス側とマイナス側に、それぞれ接続されているから、制御CPU90により対をなすトランジスタTr1ないしTr6のオン時間の割合を制御信号SW1により順次制御し、各コイル36に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル36により、回転磁界が形成される。

【0050】他方、第2の駆動回路92の6個のトランジスタTr11ないしTr16も、トランジスタインバータを構成しており、それぞれ、第1の駆動回路91と同様に配置されていて、対をなすトランジスタの接続点は、アシストモータ40の三相コイル44の各々に接続されている。従って、制御CPU90により対をなすトランジスタTr11ないしTr16のオン時間を制御信号SW2により順次制御し、各コイル44に流れる電流を、PWM制御によって擬似的な正弦波にすると、三相コイル44により、回転磁界が形成される。

【0051】以上構成を説明した動力出力装置20の動作について説明する。動力出力装置20の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。エンジン50がEFI ECU70により運転され、エンジン50の回

転数 $N_e$ が所定の回転数 $N_1$ で回転しているとする。このとき、制御装置80が回転トランス38を介してクラッチモータ30の三相コイル36に何等電流を流していないとすれば、即ち第1の駆動回路91のトランジスタTr1ないしTr6が常時オフ状態であれば、三相コイル36には何等の電流も流れないから、クラッチモータ30のアウタロータ32とインナロータ34とは電磁的に全く結合されていない状態となり、エンジン50のクランクシャフト56は空回りしている状態となる。この状態では、トランジスタTr1ないしTr6がオフとなっているから、三相コイル36からの回生も行なわれない。即ち、エンジン50はアイドル回転をしていることになる。

【0052】制御装置80の制御CPU90が制御信号SW1を出力してトランジスタをオンオフ制御すると、エンジン50のクランクシャフト56の回転数 $N_e$ と駆動軸22の回転数 $N_d$ との偏差（言い換えれば、クラッチモータ30におけるアウタロータ32とインナロータ34の回転数差 $N_c$ （ $N_e - N_d$ ））に応じて、クラッチモータ30の三相コイル36に一定の電流が流れる。即ち、クラッチモータ30は発電機として機能し、電流が第1の駆動回路91を介して回生され、バッテリ94が充電される。この時、アウタロータ32とインナロータ34とは一定の滑りが存在する結合状態となる。即ち、エンジン50の回転数 $N_e$ （クランクシャフト56の回転数）よりは低い回転数 $N_d$ でインナロータ34は回転する。この状態で、回生された電気エネルギーと等しいエネルギーがアシストモータ40で消費されるように、制御CPU90が第2の駆動回路92を制御すると、アシストモータ40の三相コイル44に電流が流れ、アシストモータ40においてトルクが発生する。

【0053】図4に照らせば、クランクシャフト56が回転数 $N_1$ 、トルク $T_1$ で運転しているときに、領域G1のエネルギーをクラッチモータ30から回生し、これをアシストモータ40に付与することにより、駆動軸22を回転数 $N_2$ 、トルク $T_2$ で回転させることができる。こうして、クラッチモータ30における滑り、即ち正の値の回転数差 $N_c$ に応じたエネルギーをトルクとして駆動軸22に付与して、トルクの変換を行なうのである。

【0054】次に、エンジン50が回転数 $N_e$ が所定の回転数 $N_2$ でトルク $T_e$ がトルク $T_2$ で運転されており、駆動軸22が回転数 $N_2$ より大きな回転数 $N_1$ で回転している場合を考える。この状態では、クラッチモータ30のインナロータ34は、アウタロータ32に対して回転数差 $N_c$ （ $N_e - N_d$ ）の絶対値で示される回転数で駆動軸22の回転方向に回転するから、クラッチモータ30は、通常のモータとして機能し、バッテリ94からの電力により駆動軸22に回転エネルギーを与える。一方、制御CPU90によりアシストモータ40により

電力を回生するよう第2の駆動回路92を制御すると、アシストモータ40のロータ42とステータ43との間の滑りにより三相コイル44に回生電流が流れる。ここで、アシストモータ40により回生される電力がクラッチモータ30により消費されるよう制御CPU90により第1および第2の駆動回路91, 92を制御すれば、クラッチモータ30を、バッテリ94に蓄えられた電力を用いることなく駆動することができる。

【0055】図4に照らせば、クランクシャフト56が回転数N2, トルクT2で運転しているときに、領域G2と領域G3のエネルギーをアシストモータ40から回生し、これをクラッチモータ30に付与することにより、駆動軸22を回転数N1, トルクT1で回転させることができる。

【0056】なお、実施例の動力出力装置20では、こうしたトルク変換に加えて、エンジン50から出力されるエネルギー（トルクTeと回転数Neとの積）と、クラッチモータ30により回生または消費される電気エネルギーと、アシストモータ40により消費または回生される電気エネルギーとを調節することにより、余剰の電気エネルギーを見い出してバッテリ94を放電したり、不足する電気エネルギーをバッテリ94に蓄えられた電力により補ったりして、エンジン50からの出力エネルギーをより効率よく動力として駆動軸22に出力することができる。

【0057】次に、こうして構成される動力出力装置20による車両の定速走行の制御について説明する。車両の定速走行は、運転者により所望の目標速度Vmが設定されることにより行なわれる。運転者による目標速度Vmの設定は、例えば、目標速度Vmの設定の指示が行なわれたときの車両の車速を車速センサ86により読みとり、これを目標速度Vmに設定するものや、車両の走行速度には無関係に所望の車速を目標速度Vmに設定するものがある。

【0058】このように運転者により定速走行の指示（目標速度Vmの設定）がなされると、制御装置80の制御CPU90は、まず、ROM90bに予め記憶された図5に例示する定速走行初期処理ルーチンを実行し、その後、図10に例示する定速走行制御ルーチンを繰り返し実行する。以下に、まず定速走行初期処理ルーチンについて説明し、その後、定速制御ルーチンについて説明する。

【0059】本ルーチンが実行されると、制御装置80の制御CPU90は、まず、運転者の指示された速度を目標速度Vmとして設定し（ステップS100）、この目標速度Vmに基づいてROM90bに予め記憶された図示しないマップにより駆動軸22に出力すべきトルクの指令値（以下、出力トルク指令値という）Td\*を設定する（ステップS102）。ここで、実施例が用いるマップは、無風状態で水平で平坦な所定の路面状態の道路において車両を車速Vで定速走行するのに必要な駆動

軸22のトルクTdを実験により求め、各車速VとトルクTdを目標速度Vmと出力トルク指令値Td\*との関係としてマップとしたものである。したがって、このマップは、エンジン50やクラッチモータ30、アシストモータ40の特性、車両の重量や形状等により定まるものである。

【0060】次に、定速走行時の駆動軸22の目標回転数Nd\*を目標速度Vmに比例係数Kdを乗じて求める（ステップS104）。通常、車両の車速に対して駆動軸22の回転数Ndは比例関係にあるから、目標回転数Nd\*は、目標速度Vmに車両によって特定される比例係数Kdを乗じて求められる。続いて、求めた出力エネルギーPdを出力トルク指令値Td\*と目標回転数Nd\*とを用いて計算（Pd=Td\*×Nd\*）により算出（ステップS106）、算出した出力エネルギーPdに基づいて、エンジン50の目標トルクTe\*と目標回転数Ne\*とを設定する処理を行なう（ステップS108）。ここで、エンジン50の供給するエネルギーはエンジン50のトルクTeと回転数Neとの積に等しいから、出力エネルギーPdとエンジン50の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*との関係はPd=Te\*×Ne\*となり、かかる関係を満足するエンジン50の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*の組合せは無数に存在する。そこで、本実施例では、各出力エネルギーPdに対してエンジン50ができる限り効率の高い状態で運転され、かつ出力エネルギーPdの変化に対してエンジン50の運転状態が滑らかに変化するエンジン50の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*を実験等により求め、これを予めROM90bにマップとして記憶しておき、ステップS103により求めた出力エネルギーPdに対応するエンジン50の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*をこのマップから導出するものとした。

【0061】次に、設定されたエンジン50の目標トルクTe\*をクラッチモータ30のトルク指令値Tc\*として設定し（ステップS110）、アシストモータ40のトルク指令値Ta\*を計算（Ta\*=Td\*-Tc\*）により算出する（ステップS112）。ここで、ステップS110でクラッチモータ30のトルク指令値Tc\*とエンジン50の目標トルクTe\*とを同じ値にするのは、エンジン50を目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*でほぼ一定に運転するためである。これは、エンジン50のトルクTeは、エンジン50の負荷トルク、即ちクラッチモータ30により駆動軸22に作用させるトルクの反作用として働くトルクにより定まるに基づく。

【0062】こうして、エンジン50の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*、クラッチモータ30のトルク指令値Tc\*、アシストモータ40のトルク指令値Ta\*を設定すると、これらの設定値に基づいてクラッチモータ30の制御（ステップS114）、アシストモ-

タ40の制御（ステップS116）およびエンジン50の制御（ステップS118）が行なわれる。なお、図示の都合上、クラッチモータ30の制御とアシストモータ40の制御とエンジン50の制御とは別々のステップとして記載しているが、実際には、これらの制御は同時に並行して行なわれる。例えば、制御CPU90が割り込み処理を利用して、クラッチモータ30とアシストモータ40の制御を同時に実行すると共に、通信によりEFI ECU70に指示を送信して、EFI ECU70によりエンジン50の制御も同時に行なわせるのである。

【0063】なお、実施例では、説明の容易のためエンジン50から出力されるエネルギーPeのクラッチモータ30およびアシストモータ40による駆動軸22への伝達効率が100%の理想状態として説明したが、実際には、両モータ30, 40の効率も100%ではなく、第1および第2の駆動回路91, 92での損失もあるから、伝達効率は100%にならない。このため、クラッチモータ30およびアシストモータ40のトルクTc, Taを指令値とおりの値として動作させるとバッテリ94から放電されることになる。したがって、実際には、ステップS106の出力エネルギーPdを伝達効率で除して対処するか、両モータのトルク指令値Tc\*, Ta\*を設定する際に各モータおよび各駆動回路の効率を考慮する必要がある。以下の説明でも、説明の容易のために理想状態として取り扱うが、実際には、こうした効率を考慮して行なう必要があることは言うまでもない。

$$\begin{bmatrix} l_{dc} \\ l_{qc} \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} -\sin(\theta_c - 120) \\ -\cos(\theta_c - 120) \end{bmatrix}$$

【0067】次に、2軸の電流値に変換した後、クラッチモータ30におけるトルク指令値Tc\*から求められる各軸の電流指令値Idc\*, Iqc\*と実際各軸に流れた電流Idc, Iqcと偏差を求め、各軸の電圧指令値Vdc, Vqcを求める処理を行なう（ステップS132）。即ち、まず以下の式（2）の演算を行ない、次に式（3）の演算を行なうのである。ここで、Kp1, 2およびKi1, 2は各々係数である。これらの係数は、適用するモータの特性に適合するよう調整される。また、電圧指令値Vdc, Vqcは、電流指令値I\*との偏差△Iに比例する部分（下式（3）右辺第1項）と偏差△Iのi回分の過去の累積分（右辺第2項）とから求められる。

【0068】

【数2】

$$\begin{aligned} \Delta l_{dc} &= l_{dc}^* - l_{dc} \\ \Delta l_{qc} &= l_{qc}^* - l_{qc} \end{aligned} \quad \dots \quad (2)$$

【0069】

【数3】

$$\begin{aligned} V_{dc} &= Kp1 \cdot \Delta l_{dc} + \sum Ki1 \cdot \Delta l_{dc} \\ V_{qc} &= Kp2 \cdot \Delta l_{qc} + \sum Ki2 \cdot \Delta l_{qc} \end{aligned} \quad \dots \quad (3)$$

【0064】クラッチモータ30の制御（ステップS114）は、図6に示すクラッチモータ制御処理に基づいて行なわれる。この処理が実行されると、制御CPU90は、まず駆動軸22の回転角度θdをレゾルバ48から読み込む処理が行なわれる（ステップS122）。次に、レゾルバ39からエンジン50のクランクシャフト56の回転角度θeを入力し（ステップS124）、両軸の相対角度θcを求める処理を行なう（ステップS126）。即ち、θc = θe - θdを演算するのである。

【0065】次に、電流検出器95, 96により、クラッチモータ30の三相コイル36のU相とV相に流れている相電流Iuc, Ivcを検出する処理を行なう（ステップS128）。相電流はU, V, Wの三相に流れているが、その総和はゼロなので、二つの相に流れる電流を測定すれば足りる。こうして得られた三相の相電流を用いて座標変換（三相-二相変換）を行なう（ステップS130）。座標変換は、永久磁石型の同期電動機のd軸, q軸の電流値に変換することであり、次式（1）を演算することにより行なわれる。ここで座標変換を行なうのは、永久磁石型の同期電動機においては、d軸及びq軸の電流がトルクを制御する上で本質的な量だからである。もとより、三相のまま制御することも可能である。

【0066】

【数1】

$$\begin{bmatrix} \sin \theta_c \\ \cos \theta_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l_{uc} \\ l_{vc} \end{bmatrix} \dots \quad (1)$$

【0070】その後、こうして求めた電圧指令値をステップS130で行なった変換の逆変換に相当する座標変換（二相-三相変換）を行ない（ステップS134）、実際に三相コイル36に印加する電圧Vuc, Vvc, Vwcを求める処理を行なう。各電圧は、次式（4）により求める。

【0071】

【数4】

$$\begin{bmatrix} V_{uc} \\ V_{vc} \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} \cos \theta_c & -\sin \theta_c \\ \cos(\theta_c - 120) & -\sin(\theta_c - 120) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_{dc} \\ V_{qc} \end{bmatrix}$$

$$V_{wc} = -V_{uc} - V_{vc} \quad \dots \quad (4)$$

【0072】実際の電圧制御は、第1の駆動回路91のトランジスタTr1ないしTr6のオンオフ時間によりなされるから、式（4）によって求めた各電圧指令値となるよう各トランジスタTr1ないしTr6のオン時間をPWM制御する（ステップS136）。

【0073】なお、クラッチモータ30の制御は、トルク指令値Tc\*の符号を駆動軸22にクランクシャフト56の回転方向に正のトルクが作用するときを正とすると、正の値のトルク指令値Tc\*が設定されても、エン

ジン50の回転数N<sub>e</sub>が駆動軸22の回転数N<sub>d</sub>より大きいとき（正の値の回転数差N<sub>c</sub>（N<sub>e</sub>-N<sub>d</sub>）が生じるとき）には、回転数差N<sub>c</sub>に応じた回生電流を発生させる回生制御がなされ、回転数N<sub>e</sub>が回転数N<sub>d</sub>より小さいとき（負の値の回転数差N<sub>c</sub>（N<sub>e</sub>-N<sub>d</sub>）が生じるとき）には、クランクシャフト56に対して相対的に回転数差N<sub>c</sub>の絶対値で示される回転数で駆動軸22の回転方向に回転する力行制御がなされる。クラッチモータ30の回生制御と力行制御は、トルク指令値T<sub>c</sub>\*が正の値であれば、共にアウタロータ32に取り付けられた永久磁石35と、インナロータ34の三相コイル36に流れる電流により生じる回転磁界とにより正の値のトルクが駆動軸22に作用するよう第1の駆動回路91のトランジスタT<sub>r</sub>1ないしT<sub>r</sub>6を制御するものであるから、同一のスイッチング制御となる。即ち、トルク指令値T<sub>c</sub>\*の符号が同じであれば、クラッチモータ30の制御が回生制御であっても力行制御であっても同じスイッチング制御となる。したがって、図6のクラッチモータ制御処理によりいずれの制御も行なうことができる。また、トルク指令値T<sub>c</sub>\*が負の値のとき、即ち駆動軸22を制動しているときや車両を後進させているときは、ステップS126の相対角度θ<sub>c</sub>の変化の方向が逆になるから、このときの制御も図6のクラッチモータ制御処理により行なうことができる。

【0074】次に、アシストモータ40の制御（図5のステップS116）について図7に例示するアシストモータ制御処理に基づき説明する。アシストモータ制御処理では、制御CPU90は、まず駆動軸22の回転角度θ<sub>d</sub>をレゾルバ48を用いて検出し（ステップS140）、続いてアシストモータ40の各相電流を電流検出器97、98を用いて検出する処理（ステップS142）を行なう。その後、クラッチモータ30と同様の座標変換（ステップS144）および電圧指令値V<sub>d</sub>a、V<sub>q</sub>aの演算を行ない（ステップS146）、更に電圧指令値の逆座標変換（ステップS148）を行なって、アシストモータ40の第2の駆動回路92のトランジスタT<sub>r</sub>1ないしT<sub>r</sub>16のオンオフ制御時間を求め、PWM制御を行なう（ステップS149）。これらの処理は、クラッチモータ30について行なったものと全く同一である。

【0075】ここで、アシストモータ40は、トルク指令値T<sub>a</sub>\*が正の値として設定されるときには力行制御がなされ、トルク指令値T<sub>a</sub>\*が負の値として設定されるときには回生制御がなされる。しかし、アシストモータ40の力行制御と回生制御は、クラッチモータ30の制御と同様に、共に図7のアシストモータ制御処理で行なうことができる。また、駆動軸22がクランクシャフト56の回転方向と逆向きに回転しているとき、即ち車両が後進しているときも同様である。なお、アシストモータ40のトルク指令値T<sub>a</sub>\*の符号は、駆動軸22に

クランクシャフト56の回転方向に正のトルクが作用するときを正とした。

【0076】次に、エンジン50の制御（図5のステップS118）について説明する。エンジン50の制御は、図5のステップS108において設定された目標トルクT<sub>e</sub>\*および目標回転数N<sub>e</sub>\*の運転ポイントで定常運転状態となるようトルクT<sub>e</sub>および回転数N<sub>e</sub>が制御される。実際には、制御CPU90から通信によりEFI ECU70にエンジン50の目標トルクT<sub>e</sub>\*および目標回転数N<sub>e</sub>\*が送信され、この目標トルクT<sub>e</sub>\*および目標回転数N<sub>e</sub>\*に基づいてスロットルバルブ66の開度制御や燃料噴射弁51からの燃料噴射制御が行なわれる。スロットルバルブ66の開度制御は、例えば図8に示すスロットルバルブ開度制御ルーチンに基づいて行なわれ、燃料噴射制御は、例えば図9に示す燃料噴射制御処理ルーチンにより行なわれる。これらの各ルーチンは、所定時間毎に繰り返し実行される。以下、各ルーチンについて簡単に説明する。

【0077】スロットルバルブ開度制御ルーチンが実行されると、EFI ECU70は、まずスロットルバルブポジションセンサ67により検出されるスロットルバルブ66の開度BPを読み込む処理（ステップS152）と、エンジン50の回転数N<sub>e</sub>を読み込む処理を実行する（ステップS154）。EFI ECU70では、エンジン50の回転数N<sub>e</sub>は、ディストリビュータ60に設けられた回転数センサ76によって検出されたものを用いる。レゾルバ39から読み込んだクランクシャフト56の回転角度θ<sub>e</sub>から求めることもできるが、この場合、制御装置80から通信により情報を受け取ることになる。

【0078】次に、図5のステップS106で求めた出力エネルギーP<sub>d</sub>に基づいてスロットルバルブ66の基本開度BP<sub>F</sub>を設定する（ステップS156）。実施例では、各出力エネルギーP<sub>d</sub>に対して、各出力エネルギーP<sub>d</sub>に基づいて設定される目標トルクT<sub>e</sub>\*および目標回転数N<sub>e</sub>\*の運転ポイントでエンジン50が定常運転状態となるスロットルバルブ66の開度BPを実験等により求め、これをEFI ECU70が備える図示しないROMにマップとして予め記憶しておき、与えられた出力エネルギーP<sub>d</sub>に対してこのマップから対応する開度BPを基本開度BP<sub>F</sub>として導出するものとした。

【0079】続いて、得られた基本開度BP<sub>F</sub>および回転数N<sub>e</sub>、目標回転数N<sub>e</sub>\*を用いて次式（5）により開度指令値BP\*を算出する処理を行なう（ステップS158）。ここで、式中のk<sub>e</sub>は比例定数である。このように開度指令値BP\*を設定することにより、エンジン50を目標回転数N<sub>e</sub>\*で安定して運転するのである。

【0080】

$$BP* = k_e (N_e* - N_e) + BP_F \quad \dots (5)$$

【0081】開度指令値B P \*を設定すると、開度指令値B P \*から開度B Pを減じて偏差△B Pを算出し（ステップS160）、アクチュエータ68によりスロットルバルブ66を偏差△B Pだけ駆動させる処理を実行して（ステップS162）、本ルーチンを終了する。

【0082】次に、燃料噴射制御について図9に例示する燃料噴射制御処理ルーチンに基づき説明する。本ルーチンが実行されると、EFI ECU70は、まずエンジン50の回転数N eを入力する処理（ステップS164）と、吸入空気量Qを入力する処理とを行なう（ステップS166）。吸入空気量Qは、吸気管負圧センサ72により検出される吸気管の負圧と、エンジン50の回転数N eとにより計算することができる。

【0083】続いて、ステップS164およびS166で入力した吸入空気量Qおよび回転数N eを用いて、基本燃料噴射量TPを次式（6）に従って算出する（ステップS168）。なお、式中のk tは定数である。

$$TP = k t \cdot Q / N e \quad \dots (6)$$

【0085】こうして求めた基本燃料噴射量TPに、次式（7）に従うように各種補正係数を掛けることにより、実燃料噴射量TAUを算出する（ステップS170）。ここで、FAFは、図示しない空燃比センサにより検出された混合気のリーン・リッチの状態から定められる空燃比補正係数であり、空燃比センサの出力が混合気のリッチ状態に対応した値となるまで積分動作により漸増され、リッチ状態になった後はリーン状態に対応した値となるまで積分動作により漸減される。FWLは、暖機増量補正係数であり、冷却水温が60°C以下の間は1.0以上の値をとる。α, βは、その他の補正係数であり、例えば、吸気温補正、過渡時補正、電源電圧補正等に関する補正係数が該当する。

#### 【0086】

$$TAU = TP \cdot FAF \cdot FWL \cdot \alpha \cdot \beta \quad \dots (7)$$

【0087】ステップS170で実燃料噴射量TAUが算出されると、続いて、その実燃料噴射量TAUに相当する燃料噴射時間を燃料噴射弁51の開弁時間を決定する図示しないカウンタにセットする（ステップS172）。この結果、図示しない燃料噴射弁駆動処理ルーチンにおいて、そのカウンタにセットされた開弁時間だけ、燃料噴射弁51が開弁駆動され、エンジン50の吸気ポートに必要量の燃料が噴射される。

【0088】以上説明した制御により、車両は目標速度Vm近傍の速度で走行する。上述の制御では、無風状態で水平な平坦路で所定の路面状態の道路を走行しているときには、車速は目標速度Vmとなるが、実際には、風や路面の傾斜、路面状態により設定した目標速度Vmで定速走行しない場合が多い。実施例では、上述の制御により、車両が目標速度Vmの近傍の速度になると、上述の制御に代えて図10に例示する定速走行制御ルーチンに基づく制御を行なう。なお、運転者による目標速度Vmの設定が、設定の指示が行なわれたときの車両の車速を目標速度Vmとする場合には、図5の処理のうち、ステップS100ないしS112が実行された後、直ちに図10の定速走行制御ルーチンに基づく制御が行なわれる。

【0089】定速走行制御ルーチンが実行されると、制御装置80の制御CPU90は、まず車速センサ86により検出される車速Vを読み込む処理を行ない（ステップS174）、目標速度Vmから読み込んだ車速Vを減じて速度偏差△Vを計算する（ステップS176）。そして、計算した速度偏差△Vと前回の基本出力エネルギーPd fを用いて新たな基本出力エネルギーPd fを次式（8）により算出する（ステップS178）。ここで、前回の基本出力エネルギーPd fは、前回このルーチンが実行されたときにステップS178で設定された新たな基本出力エネルギーPd fであり、このルーチンが始めて実行されたときには、図5のルーチンのステップS106で設定された出力エネルギーPd fが前回の基本出力エネルギーPd fとして用いられる。また、式（8）中のKv1は比例定数である。

#### 【0090】

$$Pd f = \text{前回の } Pd f + Kv1 \cdot \Delta V \quad \dots (8)$$

【0091】次に、残容量検出器99により検出されるバッテリ94の残容量BRMを入力し（ステップS180）、入力したバッテリ94の残容量BRMが閾値B1および閾値B2により設定されている範囲にあるか否かの判断を行なう（ステップS182）。ここで、閾値B1は、バッテリ94の充電を開始する残容量の値として設定されるものであり、その値は、例えばエンジン50を起動するのに必要な残容量やエンジン50を停止した状態でアシストモータ40により車両を所定時間走行させるのに必要な残容量等を考慮して定められる。閾値B2は、バッテリ94の放電を開始する残容量として設定されるものであり、その値は、例えば車両を制動させた際に回転駆動している駆動軸22からクラッチモータ30またはアシストモータ40により回生される電力を蓄積可能な容量がバッテリ94に残るよう定められる。

【0092】残容量BRMが閾値B1と閾値B2で定める範囲内にあるときには、出力エネルギーPdに基本出力エネルギーPd fをそのまま設定する（ステップS186）。残容量BRMが閾値B1以下のときには、基本出力エネルギーPd fに充電エネルギーPbiを加えた値として出力エネルギーPdを設定し（ステップS184）、残容量BRMが閾値B2以上のときには、基本出力エネルギーPd fから放電エネルギーPboを減じた値として出力エネルギーPdを設定する（ステップS188）。ここで、充電エネルギーPbiは、バッテリ94を充電するためのエネルギーであり、所定値あるいはバッテリ94の残容量BRMに基づいて設定されるものである。また、放電エネルギーPboは、バッテリ94から放電するエネルギーであ

り、所定値あるいは、バッテリ94の残容量BRMに基づいて設定されるものである。

【0093】こうして出力エネルギーPdが設定されると、この出力エネルギーPdをエンジン50の目標トルクTe\*で除してエンジン50の目標回転数Ne\*を求める（ステップS190）、アシストモータ40のトルク指令値Ta\*を、前回のトルク指令値Ta\*と速度偏差△Vとを用いて次式（9）により計算する（ステップS192）。ここで、前回のトルク指令値Ta\*は、前回このルーチンが実行されたときにステップS192で設定された新たなトルク指令値Ta\*であり、このルーチンが初めて実行されたときには、図5のルーチンのステップS112で設定されたトルク指令値Ta\*が前回のトルク指令値Ta\*として用いられる。また、式（9）中、Kv2は比例定数であり、上述の比例定数Kv1と次式（10）の関係にある。

【0094】

$$Ta* = \text{前回の} Ta* + Kv2 \cdot \Delta V \quad \dots (9)$$

$$Kv2 = Kv1 / Nd \quad \dots (10)$$

【0095】こうしてエンジン50の目標回転数Ne\*とアシストモータ40のトルク指令値Ta\*とを設定すると、設定した設定値を用いて、クラッチモータ30の制御（ステップS194）、アシストモータ40の制御（ステップS196）およびエンジン50の制御（ステップS198）を行なう。これらの各制御は、前述した図5のステップS114ないしS118の各制御と同一であるから、その詳細な説明は省略する。なお、定速走行制御ルーチンでは、これらの制御に必要な設定値のうちエンジン50の目標回転数Ne\*とアシストモータ40のトルク指令値Ta\*しか設定していないが、エンジン50の目標トルクTe\*とクラッチモータ30のトルク指令値Tc\*は、図5のステップS108およびS110で設定されたものが用いられる。

【0096】次に、こうした定速走行制御ルーチンを実行することにより車速Vが目標速度Vmに保たれる様子について説明する。まず、バッテリ94の残容量BRMが閾値B1と閾値B2により設定される範囲（以下、適正範囲という）内にあるときに車両の車速Vが目標速度Vmに保たれる様子について、この様子を例示する図11に基づき説明する。図10の定速走行制御ルーチンでは、風や道路の傾斜により車速Vが目標速度Vmより速度偏差△V1だけ小さくなると、前回の基本出力エネルギーPd\_fに値Kv1・△V1が加えられた基本出力エネルギーPd\_fを出力エネルギーPdとして設定すると共に（ステップS178, S186）、この設定された出力エネルギーPdに基づいてエンジン50の目標回転数Ne\*を演算して（ステップS190）、エンジン50の制御（ステップS198）を行なうと同時に、前回のトルク指令値Ta\*に速度偏差△V1に応じて定まる値Kv2・△V1を加えたものとしてアシストモータ40のト

ルク指令値Ta\*を設定して（ステップS192）、アシストモータ40の制御（ステップS196）を行なう。

【0097】この結果、図11に示すように、動力の出力軸としての駆動軸22に直接出力されるアシストモータ40のトルクTaが直ちに値Kv2・△V1だけ増加されるから、車速Vと目標速度Vmとの速度偏差△Vは打ち消され、車速Vが目標速度Vmに保たれる。こうしたアシストモータ40の素早いトルク変化により、速度偏差△Vが生じても、直ちにその偏差を小さくして車速Vを目標速度Vmにするのである。一方、エンジン50は、目標回転数Ne\*が新たに設定され、スロットルバルブ66の開度も直ちに目標の運転状態となるように制御されるが、アシストモータ40のトルク変化に比してその応答性が低いから、直ちに目標回転数Ne\*で運転することができず、エンジン50から出力されるエネルギーPeは遅れて目標値（出力エネルギーPd）に達する。したがって、アシストモータ40のトルク増加に要する電力は、エンジン50から出力されるエネルギーPeでは賄えないことになる。実施例では、エンジン50が目標の運転状態に至るまでに不足する電力は、バッテリ94から供給される。

【0098】こうして、車速Vが目標速度Vmに保たれた後に、再び車速Vと目標速度Vmとに速度偏差△V2が生じると、この速度偏差△V2を打ち消す方向にエンジン50から出力されるエネルギーPeが増減されると共にアシストモータ40のトルク指令値Ta\*が増減されて、速度偏差△V2が打ち消され、車速Vを目標速度Vmとする。この際、アシストモータ40のトルク変化の応答性に対してエンジン50から出力されるエネルギーPeの変化の応答性が低いことから、アシストモータ40のトルク変化に要する電力に過不足の電力が生じるが、この過不足の電力はバッテリ94の充放電により調整される。

【0099】車速Vと目標速度Vmとの速度偏差△Vを打ち消す際のエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を図12および図13に示す。図12はエンジン50の回転数Neが駆動軸22の回転数Ndより大きいときの変化の様子であり、図13はエンジン50の回転数Neが駆動軸22の回転数Ndより小さいときの変化の様子である。

【0100】エンジン50の回転数Neが駆動軸22の回転数Ndより大きいときには、図12に示すように、エンジン50および駆動軸22の運転ポイントが変更される。即ち、エンジン50は、速度偏差△Vが生じる前に車速Vを目標速度Vmに保つのに必要なエネルギーである出力エネルギーPd1のエネルギーが同一の曲線上的運転ポイントPE1（トルクTe, 回転数Ne1）から速度偏差△Vを打ち消して再び車速Vを目標速度Vmに保つのに必要なエネルギーの増加量Kv1・△Vだけ出力エネ

ルギ $P_d$  1よりエネルギーが高い出力エネルギー $P_d$  2のエネルギーの同一の曲線上の運転ポイントのうち運転ポイント $P_E$  1とトルクは同じだが回転数が大きな運転ポイント $P_E$  2（トルク $T_e$ 、回転数 $N_e$  2）に変更される。そして、駆動軸22は、このエンジン50の運転ポイントの変更に伴い、運転ポイント $P_E$  1とエネルギーが同一の曲線上の運転ポイント $P_D$  1（出力トルク $T_d$  1、回転数 $N_d$ ）から運転ポイント $P_E$  2とエネルギーが同一の曲線上の運転ポイントのうち運転ポイント $P_D$  1と回転数は同じだが出力トルクが値 $K_v$  2・ $\Delta V$ だけ大きな運転ポイント $P_D$  2（出力トルク $T_d$  2、回転数 $N_d$ ）に変更される。この駆動軸22の出力トルクの増加量 $K_v$  2・ $\Delta V$ は、定速走行制御ルーチンのステップS192でアシストモータ40のトルク $T_a$ を値 $K_v$  2・ $\Delta V$ だけ増加することにより行なわれる。なお、クラッチモータ30のトルク $T_c$ は、エンジン50のトルク $T_e$ が一定に保たれるから、変更されない。

【0101】エンジン50の回転数 $N_e$ が駆動軸22の回転数 $N_d$ より小さいときには、図13に示すように、エンジン50の回転数 $N_e$ が駆動軸22の回転数 $N_d$ より大きいときと同様に、エンジン50は運転ポイント $P_E$  1（トルク $T_e$ 、回転数 $N_e$  1）から運転ポイント $P_E$  2（トルク $T_e$ 、回転数 $N_e$  2）における運転に変更され、駆動軸22は運転ポイント $P_D$  1（出力トルク $T_d$  1、回転数 $N_d$ ）から運転ポイント $P_D$  2（出力トルク $T_d$  2、回転数 $N_d$ ）における運転に変更される。この場合、アシストモータ40は負の値のトルク $T_a$ に基づいて回生制御されているから、トルク $T_a$ の増加は、値 $K_v$  2・ $\Delta V$ だけ増加されることによりその絶対値が小さくなるものとして表わされる。なお、図13では、駆動軸22の回転数 $N_d$ をエンジン50の回転数 $N_e$  2より大きな場合について示したが、駆動軸22の回転数 $N_d$ が、エンジン50の回転数 $N_e$  1より大きいが回転数 $N_e$  2より小さいときには、エンジン50の運転ポイントの変更により図12の状態となるから、クラッチモータ30は力行制御から回生制御に、アシストモータ40は逆に回生制御から力行制御に変更されることになる。

【0102】次に、車速 $V$ が目標速度 $V_m$ で一定のときにバッテリ94の残容量 $B_{RM}$ が適正範囲に保たれる様子について、この様子を例示する図14に基づき説明する。バッテリ94の残容量 $B_{RM}$ が閾値 $B_1$ 以下であるのを検出すると、図10の定速走行制御ルーチンでは、基本出力エネルギー $P_d$  fに充電エネルギー $P_{b_i}$ を加えたものとして出力エネルギー $P_d$ を設定すると共に（ステップS184）、この設定された出力エネルギー $P_d$ に基づいてエンジン50の目標回転数 $N_e$  \*を演算して（ステップS190）、エンジン50の制御（ステップS198）を行なうから、図14に示すように、エンジン50から出力すべきエネルギー $P_d$ は、充電エネルギー $P_{b_i}$ だ

け増加する。一方、クラッチモータ30のトルク指令値 $T_c$  \*は、エンジン50の目標トルク $T_e$  \*に変更がないから一定に保たれ、アシストモータ40のトルク指令値 $T_a$  \*も車両の車速 $V$ と目標速度 $V_m$ とに速度偏差 $\Delta V$ を生じないから一定に保たれているから、エンジン50から出力されるエネルギー $P_d$ の増加の前後で、クラッチモータ30およびアシストモータ40から駆動軸22に伝達するエネルギーは等しい。したがって、エンジン50から出力されるエネルギー $P_d$ の増加分は、すべてバッテリ94の充電に用いられることになる。

【0103】こうしたバッテリ94の充電の際のエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を図15および図16に示す。図15はエンジン50の回転数 $N_e$ が駆動軸22の回転数 $N_d$ より大きいときの変化の様子であり、図16はエンジン50の回転数 $N_e$ が駆動軸22の回転数 $N_d$ より小さいときの変化の様子である。

【0104】図15および図16に示すように、エンジン50は、車速 $V$ を目標速度 $V_m$ に保つのに必要なエネルギーである基本出力エネルギー $P_d$  fとエネルギーが同一の曲線上の運転ポイント $P_E$  1（トルク $T_e$ 、回転数 $N_e$  1）からバッテリ94の充電に必要な充電エネルギー $P_{b_i}$ だけエネルギーの高いエネルギーが同一の曲線上の運転ポイントのうち運転ポイント $P_E$  1とトルクは同じだが回転数が大きな運転ポイント $P_E$  2（トルク $T_e$ 、回転数 $N_e$  2）に変更されるが、駆動軸22は、エンジン50の運転ポイントの変更に拘わらず、運転ポイント $P_E$  1とエネルギーが同一の曲線上の運転ポイント $P_D$  1（出力トルク $T_d$  1、回転数 $N_d$ ）で運転されることになる。したがって、エネルギー収支上、エンジン50の回転数 $N_e$ の増加分（ $N_e$  2 -  $N_e$  1）に相当する図中領域 $G_{b_i}$ で表わされるエネルギーが余剰のエネルギーとして見い出されるから、この余剰のエネルギーによりバッテリ94の充電が行なわれる。

【0105】余剰のエネルギーである領域 $G_{b_i}$ で表わされるエネルギーは、図15のエンジン50の回転数 $N_e$ が駆動軸22の回転数 $N_d$ より大きいときでは、エンジン50の回転数 $N_e$ と駆動軸22の回転数 $N_d$ との偏差である回転数差 $N_c$ が正の値でありその偏差が増加することから、クラッチモータ30の回生制御による回生される電力の増加として見い出され、図16のエンジン50の回転数 $N_e$ が駆動軸22の回転数 $N_d$ より小さいときでは、回転数差 $N_c$ が負の値でありその偏差が減少することから、クラッチモータ30の力行制御に必要な電力の減少として見い出されることになる。なお、図16では駆動軸22の回転数 $N_d$ をエンジン50の回転数 $N_e$  2より大きな場合について示したが、駆動軸22の回転数 $N_d$ が、エンジン50の回転数 $N_e$  1より大きいが回転数 $N_e$  2より小さいときには、エンジン50の運転ポイントの変更によりクラッチモータ30は力行制御から

回生制御に変更されることになる。

【0106】また、バッテリ94の残容量BRMが閾値B2以上であるのを検出すると、図10の定速走行制御ルーチンでは、基本出力エネルギーPd\_fから放電エネルギーPb\_oを減じたものとして出力エネルギーPdを設定すると共に(ステップS188)、この設定された出力エネルギーPdに基づいてエンジン50の目標回転数Ne\*を演算して(ステップS190)、エンジン50の制御(ステップS198)を行なうから、図14に示すように、エンジン50から出力すべきエネルギーPdは、放電エネルギーPb\_oだけ減少する。クラッチモータ30およびアシストモータ40のトルク指令値Tc\*, Ta\*は、前述のバッテリ94の残容量BRMが閾値B1以下であるときと同様にエンジン50から出力されるエネルギーPdの減少の前後で変化しないから、両モータ30, 40から駆動軸22に出力されるエネルギーは等しい。したがって、エンジン50から出力されるエネルギーPdが減少した分だけエネルギーが不足することとなり、この不足分がバッテリ94から放電される電力で賄われることになる。

【0107】こうしたバッテリ94の放電の際のエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を図17および図18に示す。図17はエンジン50の回転数Neが駆動軸22の回転数Ndより大きいときの変化の様子であり、図18はエンジン50の回転数Neが駆動軸22の回転数Ndより小さいときの変化の様子である。

【0108】図17および図18に示すように、エンジン50は、車速Vを目標速度Vmに保つのに必要なエネルギーである基本出力エネルギーPd\_fの同一エネルギー曲線上の運転ポイントPE1(トルクTe, 回転数Ne1)からバッテリ94から放電される放電エネルギーPb\_oだけエネルギーの低いエネルギーが同一の曲線上の運転ポイントのうち運転ポイントPE1とトルクは同じだが回転数が大きな運転ポイントPE2(トルクTe, 回転数Ne2)に変更されるが、駆動軸22は、エンジン50の運転ポイントの変更に拘わらず、運転ポイントPE1とエネルギーが同一の曲線上の運転ポイントPD1(出力トルクTd1, 回転数Nd)で運転されることになる。したがって、エネルギー吸支上、エンジン50の回転数Neの減少分(Ne2-Ne1)に相当する図中領域Gb\_oで表わされるエネルギーが不足することになり、この不足分がバッテリ94から放電される電力で賄われることになる。

【0109】エネルギーの不足分である領域Gb\_oで表わされるエネルギーは、図17のエンジン50の回転数Neが駆動軸22の回転数Ndより大きいときでは、正の数の回転数差Ncの減少に伴うクラッチモータ30の回生制御による回生される電力の減少として表わされ、図18のエンジン50の回転数Neが駆動軸22の回転数Nd

より小さいときでは、負の数の回転数差Ncの偏差の増加に伴うクラッチモータ30の力行制御に必要な電力の増加として表わされる。なお、図17では駆動軸22の回転数Ndをエンジン50の回転数Ne2より小さな場合について示したが、駆動軸22の回転数Ndが、エンジン50の回転数Ne1より小さいが回転数Ne2より大きいときには、エンジン50の運転ポイントの変更によりクラッチモータ30は回生制御から力行制御に変更されることになる。

【0110】次に、速度偏差△Vに基づく制御とバッテリ94の充放電の制御が同時に進行される様子について、この様子を例示する図19に基づき説明する。この動作は図11を用いて説明した速度偏差△Vに基づく制御と、図14を用いて説明したバッテリ94の充放電の制御とを組み合わせたものである。図19には、バッテリ94の充電開始から充電終了までの間に速度偏差△Vが生じたときの動作を示した。

【0111】図示するように、バッテリ94の残容量BRMが閾値B1以下であるのを検出すると、エンジン50から出力すべきエネルギーPdは基本出力エネルギーPd\_fにバッテリ94の充電に必要な充電エネルギーPb\_iが加算された値として設定されるから、加算された充電エネルギーPb\_iによりバッテリ94が充電される。この状態では、前述したようにクラッチモータ30およびアシストモータ40のトルク指令値Tc\*, Ta\*は変化されない。こうしたバッテリ94の充電中に速度偏差△V3が生じると、基本出力エネルギーPd\_fはこの速度偏差△V3を打ち消すのに必要なエネルギーの値Kv1・△V3だけ加算されるから、エンジン50から出力すべきエネルギーPdもこの値Kv1・△V3だけ増加する。そして、この増加したエネルギーが、アシストモータ40のトルク指令値Ta\*を値Kv2・△V3だけ増加することでアシストモータ40から駆動軸22に与えられ、速度偏差△V3が打ち消されて、車速Vは目標速度Vmとなる。なお、この状態では、エンジン50から出力されるエネルギーPeはバッテリ94の充電前からみると値(Pb\_i + Kv1・△V3)だけ増加している。

【0112】その後、バッテリ94の残容量BRMが閾値B1より大きくなると、基本出力エネルギーPd\_fに充電エネルギーPb\_iを加算して出力エネルギーPdを設定するのを止め、基本出力エネルギーPd\_fをそのまま出力エネルギーPdに設定するから、エンジン50から出力すべきエネルギーPdは充電エネルギーPb\_iだけ減少する。この状態では、基本出力エネルギーPd\_fが速度偏差△V3に基づく値Kv1・△V3だけ増加された状態が継続されているから、エンジン50から出力されるエネルギーPeは、バッテリ94の充電前からみると値Kv1・△V3だけ増加しており、アシストモータ40のトルクTaも値Kv2・△V3だけ増加している。

【0113】こうした速度偏差△Vに基づく制御とバッ

テリ94の充放電の制御の際のエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を図20および図21に示す。図20はエンジン50の回転数N<sub>e</sub>が駆動軸22の回転数N<sub>d</sub>より大きいときの変化の様子であり、図21はエンジン50の回転数N<sub>e</sub>が駆動軸22の回転数N<sub>d</sub>より小さいときの変化の様子である。

【0114】図20および図21に示すように、バッテリ94の充電を開始するときには、エンジン50は、車速Vを目標速度V<sub>m</sub>に保つのに必要なエネルギーである出力エネルギーP<sub>d1</sub>とエネルギーが同一の曲線上的運転ポイントP<sub>E1</sub>（トルクT<sub>e</sub>、回転数N<sub>e1</sub>）からバッテリ94の充電に必要な充電エネルギーP<sub>b1</sub>だけエネルギーの高いエネルギーが同一の曲線上的運転ポイントのうち運転ポイントP<sub>E1</sub>とトルクは同じだが回転数が大きな運転ポイントP<sub>E2</sub>（トルクT<sub>e</sub>、回転数N<sub>e2</sub>）に変更される。このとき、駆動軸22は、エンジン50の運転ポイントの変更に拘わらず、運転ポイントP<sub>E1</sub>とエネルギーが同一の曲線上的運転ポイントP<sub>D1</sub>（出力トルクT<sub>d1</sub>、回転数N<sub>d</sub>）で運転される。この結果、エンジン50の回転数N<sub>e</sub>の増加分（N<sub>e2</sub>-N<sub>e1</sub>）に相当する図中の領域G<sub>b1</sub>で表わされるエネルギーが余剰のエネルギーとして見い出され、このエネルギーによりバッテリ94の充電が行なわれる。

【0115】この状態で速度偏差△V<sub>3</sub>が生じると、エンジン50は、出力エネルギーP<sub>d1</sub>に充電エネルギーP<sub>b1</sub>を加算したエネルギーが同一の曲線上的運転ポイントP<sub>E2</sub>（トルクT<sub>e</sub>、回転数N<sub>e2</sub>）から速度偏差△V<sub>3</sub>を打ち消して再び車速Vを目標速度V<sub>m</sub>に保つのに必要なエネルギーの増加量K<sub>v1</sub>・△V<sub>3</sub>だけエネルギーの高い出力エネルギーP<sub>d2</sub>に充電エネルギーP<sub>b1</sub>が加算されたエネルギーが同一の曲線上的運転ポイントのうち運転ポイントP<sub>E2</sub>とトルクは同じだが回転数が大きな運転ポイントP<sub>E3</sub>（トルクT<sub>e</sub>、回転数N<sub>e3</sub>）に変更される。このときアシストモータ40のトルクT<sub>a</sub>は、値K<sub>v2</sub>・△V<sub>3</sub>だけ増加されるから、駆動軸22は、運転ポイントP<sub>D1</sub>（出力トルクT<sub>d1</sub>、回転数N<sub>d</sub>）からこの運転ポイントP<sub>D1</sub>より値K<sub>v1</sub>・△V<sub>3</sub>だけ高い出力エネルギーP<sub>d2</sub>とエネルギーが同一の曲線上的運転ポイントのうち運転ポイントP<sub>D1</sub>と回転数は同じだが出力トルクが値K<sub>v2</sub>・△V<sub>3</sub>だけ大きな運転ポイントP<sub>D2</sub>（出力トルクT<sub>d2</sub>、回転数N<sub>d</sub>）に変更される。こうしたアシストモータ40のトルク増加により速度偏差△V<sub>3</sub>が打ち消され、車速Vは目標速度V<sub>m</sub>となる。なお、この状態でもエンジン50からの出力エネルギーと駆動軸22へ伝達されるエネルギーとには充電エネルギーP<sub>b1</sub>だけの偏差が継続しているから、アシストモータ40のトルク増加に拘わらず、この充電エネルギーP<sub>b1</sub>によりバッテリ94は充電され続ける。

【0116】バッテリ94の充電を終了するときには、

エンジン50は、出力エネルギーP<sub>d2</sub>に充電エネルギーP<sub>b1</sub>が加算されたエネルギーが同一の曲線上的運転ポイントP<sub>E3</sub>（トルクT<sub>e</sub>、回転数N<sub>e3</sub>）からバッテリ94の充電に必要な充電エネルギーP<sub>b1</sub>だけエネルギーの低い出力エネルギーP<sub>d2</sub>とエネルギーが同一の曲線上的運転ポイントのうち運転ポイントP<sub>E1</sub>とトルクは同じだが回転数が小さな運転ポイントP<sub>E4</sub>（トルクT<sub>e</sub>、回転数N<sub>e4</sub>）に変更される。このとき、駆動軸22は、エンジン50の運転ポイントの変更に拘わらず、出力エネルギーP<sub>d2</sub>とエネルギーが同一の曲線上的運転ポイントP<sub>D2</sub>（出力トルクT<sub>d2</sub>、回転数N<sub>d</sub>）で運転される。この結果、エンジン50の運転ポイントP<sub>E4</sub>と駆動軸22の運転ポイントP<sub>D2</sub>とが同一のエネルギーが同一の曲線上的運転ポイントとなるから、エンジン50から出力される動力のすべてがクラッチモータ30およびアシストモータ40によりトルク変換されて駆動軸22に出力されることになり、バッテリ94からの充電はなくなる。

【0117】なお、図21では駆動軸22の回転数N<sub>d</sub>をエンジン50の回転数N<sub>e3</sub>より大きな場合について示したが、駆動軸22の回転数N<sub>d</sub>が、エンジン50の回転数N<sub>e1</sub>より大きいが回転数N<sub>e2</sub>より小さいとき、あるいは回転数N<sub>e2</sub>より大きいが回転数N<sub>e3</sub>より小さいときには、エンジン50の運転ポイントの変更によりクラッチモータ30は力行制御から回生制御に変更されることになる。

【0118】なお、図19ないし図21にはバッテリ94の充電開始から充電終了までの間に正の値の速度偏差△Vが生じたときの動作についてのみ示したが、バッテリ94の充電開始から充電終了までの間に負の値の速度偏差△Vが生じたときの動作、バッテリ94の放電開始から放電終了までの間に正または負の値の速度偏差△Vが生じたときの動作も同様に考えることができる。

【0119】以上説明した第1実施例の動力出力装置20によれば、車速Vと目標速度V<sub>m</sub>とに速度偏差△Vが生じてもエンジン50から出力されるエネルギーP<sub>e</sub>を増減すると共にアシストモータ40のトルクを増減するから、速度偏差△Vを打ち消して車速Vを目標速度V<sub>m</sub>にことができる。しかも、アシストモータ40のトルクの増減はバッテリ94の充電により直ちに行なわれるから、速度偏差△Vはすぐに解消され、車速Vは目標速度V<sub>m</sub>に保たれる。この結果、車速Vを高い精度で目標速度V<sub>m</sub>にことができる。また、クラッチモータ30のトルクT<sub>c</sub>は、速度偏差△Vの有無に拘わらず一定の値としたから、アシストモータ40のトルクT<sub>a</sub>を増減するだけで、車速Vを目標速度V<sub>m</sub>に保つよう制御することができる。

【0120】また、第1実施例の動力出力装置20によれば、バッテリ94の残容量B<sub>RM</sub>が適正範囲にないときには、バッテリ94の充電を行なうことにより残容量

BRMを適正範囲内にすることができる。しかも、バッテリ94の充放電に見合うエネルギーの増減をエンジン50から出力されるエネルギーPdにて行なうことができる。

【0121】なお、第1実施例の動力出力装置20では、定速走行制御ルーチンで定速走行の制御である走行速度偏差△Vに基づく制御とバッテリ94の充放電の制御とを同時に行なうものとしたが、速度偏差△Vに基づく制御のみを行なうものとしてもよい。この場合、図10の定速走行制御ルーチンのステップS180ないしS188は不要となる。

【0122】また、第1実施例の動力出力装置20では、定速走行の制御を車速Vと目標速度Vmとの速度偏差△Vに基づいて、この速度偏差△Vを打ち消すようアシストモータ40のトルク指令値Ta\*を制御したが、速度偏差△Vに基づく制御に加えて、車速Vの微分量、即ち変化率を演算し、この変化率に基づいてアシストモータ40のトルク指令値Ta\*を制御するものとしてもよい。こうすれば、車速Vをより安定して目標速度Vmに保つことができる。

【0123】第1実施例の動力出力装置20では、スロットルバルブ66の開度BPの制御で、開度指令値BP\*をエンジン50の回転数Neによってフィードバック制御するものとしたが、目標回転数Ne\*が設定されたときに開度指令値BP\*を設定し、エンジン50の回転数Neによるフィードバック制御しないものとしてもか

$$\Delta T_c = T_c * - \text{前回の } T_c *$$

$$T_a * = \text{前回の } T_a * - \Delta T_c + K_{v2} \cdot \Delta V \quad \dots (12)$$

【0126】ここで、上述した式(9)と比べて式(12)では、式(9)で算出されるトルク指令値Ta\*からクラッチモータ30のトルク偏差△Tcを減じているが、これは、出力エネルギーPdの増減に伴ってエンジン50の目標トルクTe\*を変化させることによりクラッチモータ30のトルクTcも変化するから、その変化分を打ち消すためのものである。

【0127】こうした出力エネルギーPdの増減に伴ってエンジン50の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*を変更する際のエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を図23および図24に示す。図23はエンジン50の回転数Neが駆動軸22の回転数Ndより大きいときの変化の様子であり、図24はエンジン50の回転数Neが駆動軸22の回転数Ndより小さいときの変化の様子である。

【0128】図23および図24に示すように、エンジン50は、出力エネルギーPd1とエネルギーが同一の曲線

$$T_a 2 = T_a 1 - (T_c 2 - T_c 1) + K_{v2} \cdot \Delta V \quad \dots (13)$$

【0130】以上説明したように第1実施例の動力出力装置20を出力エネルギーPdの増減に応じてエンジン50の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*を変更するものとすれば、エンジン50はより効率の良い運転ポイントで運転することになるから、全体としての効率を

まわない。

【0124】第1実施例の動力出力装置20では、速度偏差△Vが生じたりバッテリ94を充放電したりするする際の出力エネルギーPdの増減に対して、エンジン50の目標トルクTe\*は変化させず、エンジン50の目標回転数Ne\*を変化させたが、目標トルクTe\*も変化させるものとしてもよい。この場合、図10の定速走行制御ルーチンのステップS190およびS192の処理に代えて、図22の定速走行制御ルーチンに例示するステップS290ないしS293の処理を実行する。即ち、図10の定速走行制御ルーチンのステップS184ないしS188により出力エネルギーPdを設定した後、まず、図5の定速走行初期処理ルーチンのステップS108で設定したのと同様に、設定された出力エネルギーPdに対してエンジン50ができる限り効率の高い状態で運転され、かつ出力エネルギーPdの変化に対してエンジン50の運転状態が滑らかに変化するエンジン50の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*を設定する(ステップS290)。続いて、クラッチモータ30のトルク指令値Tc\*にエンジン50の目標トルクTe\*を設定し(ステップS291)、クラッチモータ30のトルク偏差△Tcを次式(11)により求める。そして、アシストモータ40のトルク指令値Ta\*を次式(12)により算出する。

【0125】

… (11)

上の運転ポイントのうち効率の高い運転ポイントPE1(トルクTe1, 回転数Ne1)から出力エネルギーPd2とエネルギーが同一の曲線上の運転ポイントのうち効率の高い運転ポイントPE2(トルクTe2, 回転数Ne2)に変更され、駆動軸22は、このエンジン50の運転ポイントの変更に伴い、運転ポイントPE1とエネルギーが同一の曲線上の運転ポイントPD1(出力トルクTd1, 回転数Nd)から運転ポイントPE2とエネルギーが同一の曲線上の運転ポイントのうち運転ポイントPD1と回転数が同じだがトルクは値Kv2・△Vだけ大きな運転ポイントPD2(出力トルクTd2, 回転数Nd)に変更される。これに伴いクラッチモータ30もトルクTc1からトルクTc2に変更され、アシストモータ40もトルクTa1からトルクTa2に変更される。ただし、両モータ30, 40のトルク変化には、上式(12)すなわち次式(13)の関係がある。

【0129】

… (13)

より高くすることができる。

【0131】第1実施例の動力出力装置20では、出力エネルギーPdを設定することによりエンジン50を目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*の運転ポイントにより運転できるものとして説明したが、スロットルバル

ブ66のアクチュエータ67の精度によっては、エンジン50から所望の出力エネルギー $P_d$ を出力することができないときがある。例えば、アクチュエータ67として段階的にしか位置決めできないステッピングモータを用い、これによりスロットルバルブ66を駆動するときには、スロットルバルブ66の開度 $B_P$ は段階的にしか設定できず、出力エネルギー $P_d$ も段階的にしか設定できない。このような場合、設定した出力エネルギー $P_d$ と実際の出力エネルギー $P_d$ とにエネルギー偏差が生じるが、第1実施例の動力出力装置20では、バッテリ94の充放電によりこのエネルギー偏差を補うことができる。この様子を図25および図26に示す。

【0132】図25および図26中、破線の曲線は設定された出力エネルギー $P_d$ とエネルギーが同一の曲線であり、複数の実線の曲線はスロットルバルブ66の開度 $B_P$ が調節された際にエンジン50から出力される出力エネルギー $P_d$  ( $B_P$ 1),  $P_d$  ( $B_P$ 2),  $P_d$  ( $B_P$ 3),  $P_d$  ( $B_P$ 4) とそれぞれエネルギーが同一の曲線である。いま、図10の定速走行制御ルーチンのステップS184ないしS188で出力エネルギー $P_d$ が設定されると、エンジン50からこの出力エネルギー $P_d$ が出力されるようスロットルバルブ66の開度 $B_P$ が制御される。しかし、前述したようにスロットルバルブ66の開度 $B_P$ は段階的にしか設定できないから、エンジン50は、図25および図26に示すように、設定された出力エネルギー $P_d$ とエネルギーが同一の曲線上の運転ポイントでは運転されず、設定された出力エネルギー $P_d$ より僅かにエネルギーが低い出力エネルギー $P_d$  ( $B_P$ 2) とエネルギーが同一の曲線上の運転ポイント $P_E$ 1 (図25) か、出力エネルギー $P_d$ より僅かにエネルギーが高い出力エネルギー $P_d$  ( $B_P$ 3) とエネルギーが同一の曲線上の運転ポイント $P_E$ 2 (図26) かのいずれかで運転されることになる。

【0133】エンジン50が出力エネルギー $P_d$ より僅かにエネルギーが低い出力エネルギー $P_d$  ( $B_P$ 2) とエネルギーが同一の曲線上の運転ポイント $P_E$ 1 (図25) で運転される場合、クラッチモータ30およびアシストモータ40により駆動軸22に出力されるエネルギーに比して、エンジン50が出力する動力は式 ( $P_d - P_d$  ( $B_P$ 2)) により計算されるエネルギー、すなわち図25中領域 $G_{b0}$ で表わされるエネルギーだけ不足することになる。実施例では、この不足するエネルギーをバッテリ94からの放電により賄い、車両の車速 $V$ を目標速度 $V_m$ に保つ。また、エンジン50が出力エネルギー $P_d$ より僅かにエネルギーが高い出力エネルギー $P_d$  ( $B_P$ 3) とエネルギーが同一の曲線上の運転ポイント $P_E$ 2 (図26) で運転される場合、クラッチモータ30およびアシストモータ40により駆動軸22に出力されるエネルギーに比して、エンジン50が出力する動力のうち式 ( $P_d$  ( $B_P$ 2) -  $P_d$ ) により計算されるエネルギー、すなわち図2

6中領域 $G_{bi}$ で表わされるエネルギーが余剰のエネルギーとなる。実施例では、この余剰のエネルギーをバッテリ94を充電することにより用いて、車両の車速 $V$ を目標速度 $V_m$ に保つ。

【0134】このように、第1実施例の動力出力装置20によれば、設定された出力エネルギー $P_d$ とエンジン50からの出力されるエネルギーとに偏差が生じても、このエネルギー偏差をバッテリ94の充放電により調整することができる。したがって、スロットルバルブ66のアクチュエータ67に、スロットルバルブ66の開度 $B_P$ を段階的にしか設定できないような精度の低いものでも用いることができる。しかも、アクチュエータ67に精度の低いものを用いても、車両の車速 $V$ を目標速度 $V_m$ に安定して保つことができる。

【0135】第1実施例の動力出力装置20では、車両の車速 $V$ を目標速度 $V_m$ に保つために図5の定速走行初期処理ルーチンおよび図10の定速走行制御ルーチンを実行したが、これらのルーチンを駆動軸22を定速で回転駆動する定速駆動制御に適用することもできる。この場合、図5および図10のルーチンの目標速度 $V_m$ に代えて目標回転数 $N_d*$ を用い、車速 $V$ に代えて回転数 $N_d$ を用いればよい。なお、駆動軸22の回転数 $N_d$ は、駆動軸22に取り付けられたレゾルバ48により検出することができる。このように第1実施例の動力出力装置20により駆動軸22を定速に回転駆動する定速駆動制御を行なえば、動力出力装置20を車両以外の輸送機関 (例えば船舶や航空機など) や、他の機械 (例えば工作機械等) にも搭載した場合にも適用することができる。

【0136】第1実施例の動力出力装置20では、クラッチモータ30とアシストモータ40とをそれぞれ別個に駆動軸22に取り付けたが、図27に例示する動力出力装置20Aのように、クラッチモータとアシストモータとが一体となるよう構成してもよい。この変形例の動力出力装置20Aの構成について以下に簡単に説明する。図示するように、この動力出力装置20Aのクラッチモータ30Aは、クランクシャフト56に結合したインナロータ34Aと、駆動軸22に結合したアウタロータ32Aとから構成され、インナロータ34Aには三相コイル36Aが取り付けられており、アウタロータ32Aには永久磁石35Aがその外周面側の磁極と内周面側の磁極とが異なるよう嵌め込まれている。一方、アシストモータ40Aは、このクラッチモータ30Aのアウタロータ32Aと、三相コイル44が取り付けられたステータ43とから構成される。すなわち、クラッチモータ30Aのアウタロータ32Aがアシストモータ40Aのロータを兼ねる構成となっている。なお、クランクシャフト56に結合したインナロータ34Aに三相コイル36Aが取り付けられているから、クラッチモータ30Aの三相コイル36Aに電力を供給する回転トランス38は、クランクシャフト56に取り付けられている。

【0137】この動力出力装置20Aでは、アウタロータ32Aに嵌め込まれた永久磁石35Aの内周面側の磁極に対してインナロータ34Aの三相コイル36Aに印加する電圧を制御することにより、クラッチモータ30とアシストモータ40とを駆動軸22に別個に取り付けた前述の動力出力装置20のクラッチモータ30と同様に動作する。また、アウタロータ32Aに嵌め込まれた永久磁石35Aの外周面側の磁極に対してステータ43の三相コイル44に印加する電圧を制御することにより、動力出力装置20のアシストモータ40と同様に動作する。したがって、上述した動力出力装置20の総ての動作についてこの動力出力装置20Aも同様に動作する。

【0138】こうした変形例の動力出力装置20Aによれば、アウタロータ32Aがクラッチモータ30Aのロータの一方とアシストモータ40Aのロータとを兼ねるから、動力伝達装置の小型化および軽量化を図ることができる。

【0139】次に本発明の第2の実施例である動力出力装置20Bについて説明する。図28は、第2実施例の動力出力装置20Bの構成の概略を例示する構成図である。図示するように、第2実施例の動力出力装置20Bは、アシストモータ40がエンジン50とクラッチモータ30との間のクランクシャフト56に取り付けられている点を除いて第1実施例の動力出力装置20の構成と同一の構成をしている。このため、図28では第2実施例の動力出力装置20Bの構成を例示する図に相当する図2のうち同一の部分である制御装置80等を省略した。また、第2実施例の動力出力装置20Bを車両に搭載したときには図1に例示する構成と同一の構成となる。したがって、第2実施例の動力出力装置20Bの構成のうち第1実施例の動力出力装置20と同一の構成については同一の符号を付し、その説明は省略する。なお、明示しない限り第1実施例の説明の際に用いた符号はそのまま同じ意味で用いる。

【0140】第2実施例の動力出力装置20Bは次のように動作する。今、エンジン50が、図4のトルクと回転数とにより表わされる出力エネルギーが一定の曲線上のトルクTeがトルクT1、回転数Neが回転数N1の運転ポイントで運転されており、駆動軸22の回転数Ndが回転数N2であるとする。クランクシャフト56に取り付けられたアシストモータ40によりクランクシャフト56にトルクTa (Ta = T2 - T1) を付加すれば、図4中の領域G2と領域G3との和で表わされるエネルギーがクランクシャフト56に与えられて、クランクシャフト56のトルクは値T2 (T1 + Ta) となる。一方、クラッチモータ30のトルクTcをトルクT2として制御すれば、駆動軸22にはこのトルクTc (T1 + Ta) が出力されると共に、エンジン50の回転数Neと駆動軸22の回転数Ndとの回転数差Ncに基づく

電力（領域G1と領域G3との和で表わされるエネルギー）が回生される。したがって、アシストモータ40のトルクTaをクラッチモータ30により回生される電力により丁度賄えるよう設定し、この回生電力を電源ラインL1、L2を介して第2の駆動回路92に供給すれば、アシストモータ40は、この回生電力により駆動する。

【0141】次に、エンジン50が、図4中のトルクTeがトルクT2、回転数Neが回転数N2の運転ポイントで運転されており、駆動軸22の回転数Ndが回転数N1のときを考える。このとき、アシストモータ40のトルクTaをT2 - T1で求められる値として制御すれば、アシストモータ40は回生制御され、図4中の領域G2で表わされるエネルギー（電力）をクランクシャフト56から回生する。一方、クラッチモータ30は、インナロータ34がアウタロータ32に対して回転数差Nc (N1 - N2) の回転数で駆動軸22の回転方向に相対的に回転するから、通常のモータとして機能し、回転数差Ncに応じた領域G1で表わされるエネルギーを駆動軸22に回転エネルギーとして与える。したがって、アシストモータ40のトルクTaを、アシストモータ40により回生される電力でクラッチモータ30により消費される電力を丁度賄えるよう設定すれば、クラッチモータ30は、アシストモータ40により回生される電力により駆動する。

【0142】したがって、第2実施例の動力出力装置20Bでも、第1実施例の動力出力装置20と同様に、アシストモータ40のトルクTaおよびクラッチモータ30のトルクTcを、次式(14)および式(15)が成り立つよう制御すれば、エンジン50から出力されるエネルギーを自由にトルク変換して駆動軸22に付与することができる。なお、式(14)および式(15)の関係は、クラッチモータ30およびアシストモータ40の効率が100%のときの理想状態であるから、実際にはTc × NdおよびTaは若干小さくなる。

【0143】

$$Te \times Ne = Tc \times Nd \quad \dots (14)$$

$$Te + Ta = Tc = Td \quad \dots (15)$$

【0144】以上の説明から解るように、第2実施例の動力出力装置20Bでも第1実施例の動力出力装置20と同様に図5に例示した定速走行初期処理ルーチンおよび図10に例示した定速走行制御ルーチンを実行することができる。ただし、定速走行初期処理ルーチンについては、図5中のステップS110およびS112に代えて図29に例示する定速走行初期処理ルーチンのステップS310およびS312が実行され、定速走行制御ルーチンについては、図10中のステップS192に代えて図30に例示する定速走行制御ルーチンのステップS391およびS392が実行される。この相違は、アシストモータ40をエンジン50のクランクシャフト56

に配置したことによるものである。すなわち、第2実施例の動力出力装置20Bでは、駆動軸22にトルクを出力できるのはクラッチモータ30だけであるから、速度偏差△Vに対しては、前回のトルク指令値Tc\*に速度偏差△Vに基づく値Kv3・△Vを加えて新たなトルク指令値Tc\*を設定し(ステップS391)、クラッチモータ30の制御をすることにより速度偏差△Vを打ち消して車速Vを目標速度Vmに保つのである。なお、クラッチモータ30のトルクTcは、クランクシャフト56のトルクに等しくする必要があるから、クラッチモータ30のトルク指令値Tc\*とエンジン50の目標トルクTe\*との差をアシストモータ40のトルク指令値Ta\*に設定し(ステップS392)、アシストモータ40を制御している。

【0145】以上説明した第2実施例の動力出力装置20Bによれば、車速Vと目標速度Vmとに速度偏差△Vが生じてもエンジン50から出力されるエネルギーPeを増減すると共にクラッチモータ30およびアシストモータ40のトルクを増減するから、速度偏差△Vを打ち消して車速Vを目標速度Vmにすることができる。しかもクラッチモータ30およびアシストモータ40のトルクの増減はバッテリ94の充放電により賄われて直ちに行なわれるから、速度偏差△Vはすぐに解消され、車速Vは目標速度Vmに保たれる。この結果、きめ細かな制御を行なうことができるから、車速Vを安定して目標速度Vmに保つことができる。

【0146】この他、第2実施例の動力出力装置20Bでも、第1実施例の動力出力装置20が奏する効果、即ち、バッテリ94の残容量BRMが適正範囲にないときには、バッテリ94の充放電を行なうことにより残容量BRMを適正範囲内にすることができる効果も奏する。

【0147】更に、第2実施例の動力出力装置20Bでも、第1実施例の動力出力装置20と同様に、速度偏差△Vやバッテリ94の充放電に基づく出力エネルギーPdの変更に応じてエンジン50の目標トルクTe\*および目標回転数Ne\*を変更する構成や、速度偏差△Vによるアシストモータ40のトルク指令値Ta\*の制御に加えて車速Vの変化率に基づいてアシストモータ40のトルク指令値Ta\*を制御する構成、スロットルバルブ66のアクチュエータ67に精度の低いものを用いる構成、駆動軸22を定速で回転駆動する定速駆動制御を行なう構成などとしてもよい。これらの構成とした場合、第1実施例の動力出力装置20と同様な効果を奏するのは言うまでもない。

【0148】なお、第2実施例の動力出力装置20Bでは、アシストモータ40がエンジン50とクラッチモータ30との間のクランクシャフト56に取り付けられているが、図31に例示する変形例の動力出力装置20Cのように、アシストモータ40とクラッチモータ30とでエンジン50を挟持する配置としてもよい。

【0149】また、第2実施例の動力出力装置20Bを、図32に例示する変形例の動力出力装置20Dのように、クラッチモータとアシストモータとを一体となるよう構成してもよい。動力出力装置20Dでは、図示するように、クラッチモータ30Dのアウタロータ32Dがアシストモータ40Dのロータを兼ねる構成となっており、アウタロータ32Dに嵌め込まれた永久磁石35Dの内周面側の磁極に対してインナロータ34の三相コイル36に印加する電圧を制御することにより、第2実施例の動力出力装置20Bのクラッチモータ30と同様の動作が可能となり、アウタロータ32Dに嵌め込まれた永久磁石35Dの外周面側の磁極に対してステータ43の三相コイル44に印加する電圧を制御することにより、第2実施例の動力出力装置20Bのアシストモータ40と同様の動作が可能となる。したがって、動力伝達装置の小型化および軽量化を図ることができる。

【0150】次に、本発明の第3の実施例である動力出力装置110について説明する。図33は本発明の第3の実施例としての動力出力装置110を搭載した車両の概略構成を示す構成図、図34は第5実施例の動力出力装置110の概略構成を示す構成図、図35は図34の動力出力装置110の部分拡大図である。

【0151】第3実施例の動力出力装置110が組み込まれた車両は、図33に示すように、クランクシャフト156にクラッチモータ30とアシストモータ40とが取り付けられている代わりにプラネタリギヤ120、モータMG1およびモータMG2が取り付けられている点を除いて第1実施例の動力出力装置20が組み込まれた車両(図1)と同様の構成をしている。したがって、同一の構成には、値100を加えた符号を付し、その説明は省略する。なお、第3実施例の動力出力装置110の説明でも、明示しない限り第1実施例の動力出力装置20の説明の際に用いた符号はそのまま同じ意味で用いる。

【0152】図34に示すように、第3実施例の動力出力装置110は、大きくは、エンジン150、エンジン150のクランクシャフト156にプラネタリキャリア124が機械的に結合されたプラネタリギヤ120、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたモータMG1、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたモータMG2およびモータMG1、MG2を駆動制御する制御装置180から構成されている。

【0153】プラネタリギヤ120およびモータMG1、MG2の構成について、図34により説明する。プラネタリギヤ120は、クランクシャフト156に軸中心を貫通された中空のサンギヤ軸125に結合されたサンギヤ121と、クランクシャフト156と同軸のリングギヤ軸126に結合されたリングギヤ122と、サンギヤ121とリングギヤ122との間に配置されサンギヤ121の外周を自転しながら公転する複数のプラネタ

リビニオンギヤ123と、クランクシャフト156の端部に結合され各プラネタリリビニオンギヤ123の回転軸を軸支するプラネタリキャリア124とから構成されている。このプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124にそれぞれ結合されたサンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびクランクシャフト156の3軸が動力の入出力軸とされ、3軸のうちいずれか2軸へ入出力される動力が決定されると、残余の1軸に入出力される動力は決定された2軸へ入出力される動力に基づいて定まる。なお、このプラネタリギヤ120の3軸への動力の入出力についての詳細は後述する。

【0154】リングギヤ122には、動力の取り出し用の動力取出ギヤ128がモータMG1側に結合されている。この動力取出ギヤ128は、チェーンベルト129により動力伝達ギヤ111に接続されており、動力取出ギヤ128と動力伝達ギヤ111との間で動力の伝達がなされる。図33に示すように、この動力伝達ギヤ111はディファレンシャルギヤ114にギヤ結合されている。したがって、動力出力装置110から出力された動力は、最終的に左右の駆動輪116、118に伝達される。

【0155】モータMG1は、同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石135を有するロータ132と、回転磁界を形成する三相コイル134が巻回されたステータ133とを備える。ロータ132は、プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125に結合されている。ステータ133は、無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されており、ケース119に固定されている。このモータMG1は、永久磁石135による磁界と三相コイル134によって形成される磁界との相互作用によりロータ132を回転駆動する電動機として動作し、永久磁石135による磁界とロータ132の回転との相互作用により三相コイル134の両端に起電力を生じさせる発電機として動作する。なお、サンギヤ軸125には、その回転角度θsを検出するレゾルバ139が設けられている。

【0156】モータMG2も、モータMG1と同様に同期電動発電機として構成され、外周面に複数個の永久磁石145を有するロータ142と、回転磁界を形成する三相コイル144が巻回されたステータ143とを備える。ロータ142は、プラネタリギヤ120のリングギヤ122に結合されたリングギヤ軸126に結合されており、ステータ143はケース119に固定されている。モータMG2のステータ143も無方向性電磁鋼板の薄板を積層して形成されている。このモータMG2も、モータMG1と同様に、電動機あるいは発電機として動作する。なお、リングギヤ軸126には、その回転角度θrを検出するレゾルバ149が設けられている。

【0157】図34に示すように、第3実施例の動力出

力装置110が備える制御装置180は、第1実施例の動力出力装置20が備える制御装置80と同様に構成されている。即ち、制御装置180は、モータMG1を駆動する第1の駆動回路191、モータMG2を駆動する第2の駆動回路192、両駆動回路191、192を制御する制御CPU190、二次電池であるバッテリ194から構成されており、制御CPU190は、内部に、ワーク用のRAM190a、処理プログラムを記憶したROM190b、入出力ポート（図示せず）およびE/F/ECU170と通信を行なうシリアル通信ポート（図示せず）を備える。この制御CPU190には、レゾルバ139からのサンギヤ軸125の回転角度θs、レゾルバ149からのリングギヤ軸126の回転角度θr、アクセルペダルポジションセンサ165からのアクセルペダルポジションAP、シフトポジションセンサ184からのシフトポジションSP、車速センサ186からの車速V、第1の駆動回路191に設けられた2つの電流検出器195、196からの電流値Iu1、Iv2、第2の駆動回路192に設けられた2つの電流検出器197、198からの電流値Iu2、Iv2、バッテリ194の残容量を検出する残容量検出器199からの残容量BRMなどが、入力ポートを介して入力されている。

【0158】また、制御CPU190からは、第1の駆動回路191に設けられたスイッチング素子である6個のトランジスタTr1ないしTr6を駆動する制御信号SW1と、第2の駆動回路192に設けられたスイッチング素子としての6個のトランジスタTr1ないしTr16を駆動する制御信号SW2とが送出されている。この第1の駆動回路191および第2の駆動回路192内の各々6個のトランジスタTr1ないしTr6、トランジスタTr11ないしTr16は、それぞれトランジスタインバータを構成しており、それぞれ、一対の電源ラインL1、L2に対してソース側とシンク側となるよう2個ずつペアで配置され、その接続点に、第1の駆動回路191ではモータMG1の三相コイル134の各々が、第2の駆動回路192ではモータMG2の三相コイル144の各々が接続されている。電源ラインL1、L2はバッテリ194のプラス側とマイナス側にそれぞれ接続されているから、制御CPU190により対をなすトランジスタTr1ないしTr6、トランジスタTr11ないしTr16のオン時間の割合を制御信号SW1、SW2により順次制御することにより、三相コイル134、144に流れる電流をPWM制御によって擬似的な正弦波とすることができ、この結果、三相コイル134、144により回転磁界が形成される。

【0159】次に第3実施例の動力出力装置110の動作について説明する。第3実施例の動力出力装置110の動作原理、特にトルク変換の原理は以下の通りである。図36に示すように、エンジン150を回転数N<sub>e</sub>、トルクT<sub>e</sub>の運転ポイントP1で運転し、このエン

ジン150から出力されるエネルギー $P_e$ と同一のエネルギーであるが異なる回転数 $N_r$ とトルク $T_r$ の運転ポイントP2でリングギヤ軸126を運転する場合、すなわち、エンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126に作用させる場合について考える。

【0160】プラネタリギヤ120の3軸（サンギヤ軸125、リングギヤ軸126およびプラネタリキャリア124）における回転数やトルクの関係は、機構学の教えるところによれば、図37および図38に例示する共線図と呼ばれる図として表わすことができ、幾何学的に解くことができる。なお、プラネタリギヤ120における3軸の回転数やトルクの関係は、上述の共線図を用いなくても各軸のエネルギーを計算することなどにより数式的に解析することもできる。第3実施例では説明の容易のため共線図を用いて説明する。

【0161】図37における縦軸は3軸の回転数軸であり、横軸は3軸の座標軸の位置の比を表わす。すなわち、サンギヤ軸125とリングギヤ軸126の座標軸S、Rを両端にとったとき、プラネタリキャリア124の座標軸Cは、軸Sと軸Rを1: $\rho$ に内分する軸として定められる。ここで、 $\rho$ は、リングギヤ122の歯数に対するサンギヤ121の歯数の比であり、次式（16）で表わされる。

【0162】

【数5】

$$\rho = \frac{\text{サンギヤの歯数}}{\text{リングギヤの歯数}} \quad \dots \dots (16)$$

【0163】今、エンジン150が回転数 $N_e$ で運転されており、リングギヤ軸126が回転数 $N_r$ で運転されている場合を考えているから、エンジン150のクランクシャフト156が結合されているプラネタリキャリア124の座標軸Cにエンジン150の回転数 $N_e$ を、リングギヤ軸126の座標軸Rに回転数 $N_r$ をプロットすることができる。この両点を通る直線を描けば、この直線と座標軸Sとの交点で表わされる回転数としてサンギヤ軸125の回転数 $N_s$ を求めることができる。以下、この直線を動作共線と呼ぶ。なお、回転数 $N_s$ は、回転数 $N_e$ と回転数 $N_r$ とを用いて比例計算式（次式（17））により求めることができる。このようにプラネタリギヤ120では、サンギヤ121、リングギヤ122およびプラネタリキャリア124のうちいずれか2つの回転を決定すると、残余の1つの回転は、決定した2つの回転に基づいて決定される。

【0164】

【数6】

$$N_s = N_r - (N_r - N_e) \frac{1 + \rho}{\rho} \quad \dots \dots (17)$$

【0165】次に、描かれた動作共線に、エンジン150のトルク $T_e$ をプラネタリキャリア124の座標軸C

を作用線として図中下から上に作用させる。このとき動作共線は、トルクに対してはベクトルとしての力を作用させたときの剛体として取り扱うことができるから、座標軸C上に作用させたトルク $T_e$ は、向きが同じで異なる作用線への力の分離の手法により、座標軸S上のトルク $T_{es}$ と座標軸R上のトルク $T_{er}$ とに分離することができる。このときトルク $T_{es}$ および $T_{er}$ の大きさは、次式（18）および式（19）によって表わされる。

【0166】

【数7】

$$T_{es} = T_e \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots \dots (18)$$

$$T_{er} = T_e \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots \dots (19)$$

【0167】動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いをとればよい。すなわち、座標軸S上には、トルク $T_{es}$ と大きさが同じで向きが反対のトルク $T_{m1}$ を作用させ、座標軸R上には、リングギヤ軸126に出力すべきトルク $T_r$ と同じ大きさで向きが反対のトルクとトルク $T_{er}$ との合力に対し大きさが同じで向きが反対のトルク $T_{m2}$ を作用させるのである。このトルク $T_{m1}$ はモータMG1により、トルク $T_{m2}$ はモータMG2により作用させることができる。このとき、モータMG1では回転の方向と逆向きにトルクを作用させるから、モータMG1は発電機として動作することになり、トルク $T_{m1}$ と回転数 $N_s$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m1}$ をサンギヤ軸125から回生する。モータMG2では、回転の方向とトルクの方向とが同じであるから、モータMG2は電動機として動作し、トルク $T_{m2}$ と回転数 $N_r$ との積で表わされる電気エネルギー $P_{m2}$ を動力としてリングギヤ軸126に出力する。

【0168】ここで、電気エネルギー $P_{m1}$ と電気エネルギー $P_{m2}$ とを等しくすれば、モータMG2で消費する電力のすべてをモータMG1により回生して貯うことができる。このためには、入力されたエネルギーのすべてを出力するものとすればよいから、エンジン150から出力されるエネルギー $P_e$ とリングギヤ軸126に出力されるエネルギー $P_r$ とを等しくすればよい。すなわち、トルク $T_e$ と回転数 $N_e$ との積で表わされるエネルギー $P_e$ と、トルク $T_r$ と回転数 $N_r$ との積で表わされるエネルギー $P_r$ とを等しくするのである。図36に照らせば、運転ポイントP1で運転されているエンジン150から出力されるトルク $T_e$ と回転数 $N_e$ とで表わされる動力を、トルク変換して、同一のエネルギーでトルク $T_r$ と回転数 $N_r$ とで表わされる動力としてリングギヤ軸126に出力するのである。前述したように、リングギヤ軸126に出力された動力は、動力取出ギヤ128および動力伝達ギヤ111により駆動軸112に伝達され、ディファレ

ンシャルギヤ114を介して駆動輪116, 118に伝達される。したがって、リングギヤ軸126に出力される動力と駆動輪116, 118に伝達される動力とにはリニアな関係が成立するから、駆動輪116, 118に伝達される動力を、リングギヤ軸126に出力される動力を制御することにより制御することができる。

【0169】図37に示す共線図ではサンギヤ軸125の回転数N<sub>s</sub>は正であったが、エンジン150の回転数N<sub>e</sub>とリングギヤ軸126の回転数N<sub>r</sub>とによっては、図38に示す共線図のよう負となる場合もある。このときには、モータMG1では、回転の方向とトルクの作用する方向とが同じになるから、モータMG1は電動機として動作し、トルクT<sub>m1</sub>と回転数N<sub>s</sub>との積で表わされる電気エネルギーP<sub>m1</sub>を消費する。一方、モータMG2では、回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になるから、モータMG2は発電機として動作し、トルクT<sub>m2</sub>と回転数N<sub>r</sub>との積で表わされる電気エネルギーP<sub>m2</sub>をリングギヤ軸126から回生することになる。この場合、モータMG1で消費する電気エネルギーP<sub>m1</sub>とモータMG2で回生する電気エネルギーP<sub>m2</sub>とを等しくすれば、モータMG1で消費する電気エネルギーP<sub>m1</sub>をモータMG2で丁度賄うことができる。

【0170】なお、第3実施例の動力出力装置110では、こうしたトルク変換に加えて、エンジン150から出力されるエネルギーP<sub>e</sub>（トルクT<sub>e</sub>と回転数N<sub>e</sub>との積）と、モータMG1により回生または消費される電気エネルギーP<sub>m1</sub>と、モータMG2により消費または回生される電気エネルギーP<sub>m2</sub>とを調節することにより、余剰の電気エネルギーを見い出してバッテリ194を放電したり、不足する電気エネルギーをバッテリ194に蓄えられた電力により補ったりして、エンジン150から出力されるエネルギーP<sub>e</sub>をより効率よく動力としてリングギヤ軸126に出力することができる。

【0171】第3実施例の動力出力装置110における以上の動作原理では、プラネタリギヤ120やモータMG1, モータMG2, トランジスタTr1ないしTr16などによる動力の変換効率を値1(100%)として説明した。実際には、値1未満であるから、エンジン150から出力されるエネルギーP<sub>e</sub>をリングギヤ軸126に出力するエネルギーP<sub>r</sub>より若干大きな値とするか、逆にリングギヤ軸126に出力するエネルギーP<sub>r</sub>をエンジン150から出力されるエネルギーP<sub>e</sub>より若干小さな値とする必要がある。例えば、エンジン150から出力されるエネルギーP<sub>e</sub>を、リングギヤ軸126に出力されるエネルギーP<sub>r</sub>に変換効率の逆数を乗じて算出される値とすればよい。また、モータMG2のトルクT<sub>m2</sub>を、図37の共線図の状態ではモータMG1により回生される電力に両モータの効率を乗じたものから算出される値とし、図38の共線図の状態ではモータMG1により消費される電力を両モータの効率で割ったものから算出され

ばよい。なお、プラネタリギヤ120では機械摩擦などにより熱としてエネルギーを損失するが、その損失量は全体量からみれば極めて少なく、モータMG1, MG2に用いた同期電動機の効率は値1に極めて近い。また、トランジスタTr1ないしTr16のオン抵抗もGTOなど極めて小さいものが知られている。したがって、動力の変換効率は値1に近いものとなるから、以下の説明でも、説明の容易のため、明示しない限り値1(100%)として取り扱う。

【0172】次に、こうして構成される第3実施例の動力出力装置110による車両の定速走行の制御について説明する。第3実施例の車両の定速走行も、第1実施例の車両の低速走行と同様に、運転者により所望の目標速度V<sub>m</sub>が設定されることにより行なわれる。運転者による目標速度V<sub>m</sub>の設定は、例えば、目標速度V<sub>m</sub>の設定の指示が行なわれたときの車両の車速を車速センサ186により読みとり、これを目標速度V<sub>m</sub>に設定するものや、車両の走行速度には無関係に所望の車速を目標速度V<sub>m</sub>に設定するものがある。

【0173】このように運転者により定速走行の指示（目標速度V<sub>m</sub>の設定）がなされると、第3実施例の動力出力装置110でも、第1実施例と同様に、まず、図39に示す定速走行初期処理ルーチンを実行し、その後、図42に示す定速走行制御ルーチンを繰り返し実行する。以下に、まず定速走行初期処理ルーチンについて説明し、その後、定速制御ルーチンについて説明する。

【0174】定速走行初期処理ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず、運転者の指示された速度を目標速度V<sub>m</sub>として設定し（ステップS400）、この目標速度V<sub>m</sub>に基づいてROM190bに予め記憶された図示しないマップによりリングギヤ軸126に出力すべきトルクの指令値（以下、出力トルク指令値という）Tr\*を設定する（ステップS402）。ここで、第3実施例が用いるマップは、第1実施例と同様に、無風状態で水平で平坦な所定の路面状態の道路において車両を車速Vで定速走行するのに必要なリングギヤ軸126のトルクTrを実験により求め、各車速VとトルクTrを目標速度V<sub>m</sub>と出力トルク指令値Tr\*との関係としてマップとしたものである。

【0175】次に、定速走行時のリングギヤ軸126の目標回転数N<sub>r\*</sub>を目標速度V<sub>m</sub>に比例係数K<sub>r</sub>を乗じて求める（ステップS404）。通常、車両の車速に対してリングギヤ軸126の回転数N<sub>r</sub>は比例関係にあるから、目標回転数N<sub>r\*</sub>は、目標速度V<sub>m</sub>に車両によって特定される比例係数K<sub>r</sub>を乗じて求められる。統いて、求めた出力エネルギーP<sub>r</sub>を出力トルク指令値Tr\*と目標回転数N<sub>d\*</sub>とを用いて計算（P<sub>r</sub>=Tr\*×N<sub>r\*</sub>）により算出し（ステップS406）、算出した出力エネルギーP<sub>r</sub>に基づいてエンジン150の目標トルク

$T_{e*}$  と目標回転数  $N_{e*}$  とを設定する処理を行なう (ステップ S 4 0 8)。このエンジン 1 5 0 の目標トルク  $T_{e*}$  と目標回転数  $N_{e*}$  との設定は、第 1 実施例と同様に、出力エネルギー  $P_r$  に対してエンジン 1 5 0 ができる限り効率の高い状態で運転される運転ポイントをマップとして ROM 1 9 0 b に記憶しておき、算出された出力エネルギー  $P_r$  に対応するエンジン 1 5 0 の目標トルク  $T_{e*}$  および目標回転数  $N_{e*}$  をこのマップから導出するものとした。

【0176】エンジン 1 5 0 の目標トルク  $T_{e*}$  と目標回転数  $N_{e*}$  とを設定すると、制御 CPU 1 9 0 は、モータ MG 1 のトルク指令値  $T_{m1*}$  を、設定した目標トルク  $T_{e*}$  とギヤ比  $\rho$  とに基づいて次式 (20) により算出して設定すると共に (ステップ S 4 1 0)、モータ MG 2 のトルク指令値  $T_{m2*}$  を、出力トルク指令値  $T_r*$  と目標トルク  $T_{e*}$  とギヤ比  $\rho$  とに基づいて次式 (21) により算出して設定する (ステップ S 4 1 1)。トルク指令値  $T_{m1*}$ 、 $T_{m2*}$  を式 (20) および式 (21) によって算出できるのは、図 3 7 および図 3 8 の共線図における動作共線の釣り合いの関係として説明した。

【0177】

【数 8】

$$T_{m1*} \leftarrow T_{e*} \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots \dots (20)$$

$$T_{m2*} \leftarrow T_r* - T_{e*} \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots \dots (21)$$

【0178】こうして、エンジン 1 5 0 の目標トルク  $T_{e*}$ 、目標回転数  $N_{e*}$ 、モータ MG 1 およびモータ MG 2 のトルク指令値  $T_{m1*}$ 、 $T_{m2*}$  を設定した後は、モータ MG 1 の制御 (ステップ S 4 1 4)、モータ MG 2 の制御 (ステップ S 4 1 6) およびエンジン 1 5 0 の制御 (ステップ S 4 1 8) を行なう。第 3 実施例でも第 1 実施例と同様に、図示の都合上、モータ MG 1、モータ MG 2 およびエンジン 1 5 0 の各制御を別々のステップとして記載したが、実際には、これらの制御は総合的に行なわれる。例えば、制御 CPU 1 9 0 が割り込み処理を利用して、モータ MG 1 とモータ MG 2 の制御を同時に実行すると共に、通信により E F I E C U 1 7 0 に指示を送信して、E F I E C U 1 7 0 によりエンジン 1 5 0 の制御も同時に実行なわせるのである。こうした各制御のうちエンジン 1 5 0 の制御は、第 1 実施例のエンジン 5 0 の制御と同様に、図 8 に例示するスロットルバルブ開度制御ルーチンに基づいて実行されるスロットルバルブ開度制御と、図 9 に例示する燃料噴射制御処理ルーチンに基づいて実行される燃料噴射制御とにより行なわれる。したがって、第 3 実施例におけるエンジン 1 5 0 の制御については省略する。

【0179】モータ MG 1 の制御 (図 3 9 のステップ S 4 1 4) は、図 4 0 に例示するモータ MG 1 の制御ルーチ

チンによりなされる。このルーチンが実行されると、制御 CPU 1 9 0 は、まず、サンギヤ軸 1 2 5 の回転角度  $\theta_s$  をレゾルバ 1 3 9 から入力する処理を行ない (ステップ S 4 2 0)、続いて、電流検出器 1 9 5、1 9 6 により、モータ MG 1 の三相コイル 1 3 4 の U 相と V 相に流れている電流  $I_{u1}$ 、 $I_{v1}$  を検出する処理を行なう (ステップ S 4 2 2)。電流は  $J$ 、 $V$ 、 $W$  の三相に流れているが、その総和はゼロなので、二つの相に流れる電流を測定すれば足りるのは、第 1 実施例でも記載した。その後、第 1 実施例のクラッチモータ 3 0 の制御 (図 6) で説明した座標変換 (ステップ S 4 2 4) および電圧指令値  $V_{d1}$ 、 $V_{q1}$  の演算を行ない (ステップ S 4 2 6)、更に電圧指令値の逆座標変換 (ステップ S 4 2 8) を行なって、モータ MG 1 の第 1 の駆動回路 1 9 2 のトランジスタ  $T_{r1}$  ないし  $T_{r6}$  のオンオフ制御時間を求め、PWM 制御を行なう (ステップ S 4 2 9)。

【0180】ここで、モータ MG 1 のトルク指令値  $T_{m1*}$  の符号を図 3 7 や図 3 8 の共線図におけるトルク  $T_{m1}$  の向きを正とすれば、同じ正の値のトルク指令値  $T_{m1*}$  が設定されても、図 3 7 の共線図の状態のようにトルク指令値  $T_{m1*}$  の作用する向きとサンギヤ軸 1 2 5 の回転の向きとが異なるときには回生制御がなされ、図 3 8 の共線図の状態のように同じ向きのときには力行制御がなされる。しかし、モータ MG 1 の力行制御と回生制御は、トルク指令値  $T_{m1*}$  が正であれば、ロータ 1 3 2 の外周面に取り付けられた永久磁石 1 3 5 と三相コイル 1 3 4 に流れる電流により生じる回転磁界とにより正のトルクがサンギヤ軸 1 2 5 に作用するよう第 1 の駆動回路 1 9 1 のトランジスタ  $T_{r1}$  ないし  $T_{r6}$  を制御するものであるから、同一のスイッチング制御となる。すなわち、トルク指令値  $T_{m1*}$  の符号が同じであれば、モータ MG 1 の制御が回生制御であっても力行制御であっても同じスイッチング制御となる。したがって、図 4 0 のモータ MG 1 の制御処理で回生制御と力行制御のいずれも行なうことができる。また、トルク指令値  $T_{m1*}$  が負のときには、ステップ S 4 2 0 で読み込むサンギヤ軸 1 2 5 の回転角度  $\theta_s$  の変化の方向が逆になるだけであるから、このときの制御も図 4 0 のモータ MG 1 の制御処理により行なうことができる。

【0181】モータ MG 2 の制御 (図 3 9 のステップ S 4 1 6) について図 4 1 に例示するモータ MG 2 の制御ルーチンに基づき説明する。モータ MG 2 の制御処理は、モータ MG 1 の制御処理うちトルク指令値  $T_{m1*}$  とサンギヤ軸 1 2 5 の回転角度  $\theta_s$  に代えてトルク指令値  $T_{m2*}$  とリングギヤ軸 1 2 6 の回転角度  $\theta_r$  を用いる点を除き、モータ MG 1 の制御処理と全く同一である。すなわち、リングギヤ軸 1 2 6 の回転角度  $\theta_r$  をレゾルバ 1 4 9 を用いて検出し (ステップ S 4 3 0)、続いてモータ MG 2 の各相電流を電流検出器 1 9 7、1 9 8 を用いて検出し (ステップ S 4 3 2)、その後、座標

変換（ステップS434）および電圧指令値Vd2, Vq2の演算を行ない（ステップS436）、更に電圧指令値の逆座標変換（ステップS438）を行なって、モータMG2の第2の駆動回路192のトランジスタTr11ないしTr16のオンオフ制御時間求め、PWM制御を行なう（ステップS439）。

【0182】ここで、モータMG2もトルク指令値Tm2\*の向きとリングギヤ軸126の回転の向きとにより力行制御されたり回生制御されたりするが、モータMG1と同様に、力行制御も回生制御も共に図41のモータMG2の制御処理で行なうことができる。なお、実施例では、モータMG2のトルク指令値Tm2\*の符号は、図37の共線図の状態のときのトルクTm2の向きを正とした。

【0183】以上説明した制御により、車両は目標速度Vm近傍の速度で走行する。上述の制御では、無風状態で水平な平坦路で所定の路面状態の道路を走行しているときには、車速は目標速度Vmとなるが、実際には、風や路面の傾斜、路面状態により設定した目標速度Vmで定速走行しない場合が多い。第3実施例でも、第1実施例と同様に、上述の制御により、車両が目標速度Vmの近傍の速度になると、上述の制御に代えて図42に例示する定速走行制御ルーチンに基づく制御を行なう。なお、第3実施例でも、運転者による目標速度Vmの設定が、設定の指示が行なわれたときの車両の車速を目標速度Vmとする場合には、図39の処理のうち、ステップS400ないしS412が実行された後、直ちに図42の定速走行制御ルーチンに基づく制御が行なわれる。

【0184】定速走行制御ルーチンが実行されると、制御装置180の制御CPU190は、まず車速センサ186により検出される車速Vを読み込む処理を行ない（ステップS474）、目標速度Vmから読み込んだ車速Vを減じて速度偏差△Vを計算する（ステップS476）。そして、計算した速度偏差△Vと前回の基本出力エネルギーPrfを用いて新たな基本出力エネルギーPrfを次式（22）により算出する（ステップS478）。ここで、前回の基本出力エネルギーPrfは、前回このルーチンが実行されたときにステップS478で設定された新たな基本出力エネルギーPrfであり、このルーチンが始めて実行されたときには、図39のルーチンのステップS406で設定された出力エネルギーPrが前回の基本出力エネルギーPrfとして用いられる。なお、下式（22）中のKv5は、比例定数である。

【0185】

$$Prf = \text{前回の} Prf + Kv5 \cdot \Delta V \quad \dots (22)$$

【0186】次に、残容量検出器199により検出されるバッテリ194の残容量BRMを入力する（ステップS480）。そして、入力したバッテリ194の残容量BRMが閾値B1および閾値B2により設定されている範囲にあるか否かを判断し（ステップS482）、残容量BRMが、閾値B1と閾値B2で定める範囲内にあるときには、出力エネルギーPrに基本出力エネルギーPrfをそのまま設定する（ステップS486）。残容量BRMが閾値B1以下のときには、基本出力エネルギーPrfに充電エネルギーPbiを加えた値として出力エネルギーPrを設定し（ステップS484）、残容量BRMが閾値B2以上のときには、基本出力エネルギーPrfから放電エネルギーPboを減じた値として出力エネルギーPrを設定する（ステップS488）。ここでの閾値B1、閾値B2、充電エネルギーPbiおよび放電エネルギーPboについては、第1実施例で説明した。

【0187】こうして出力エネルギーPrが設定されると、この出力エネルギーPrをエンジン150の目標トルクTe\*で除してエンジン150の目標回転数Ne\*を求める（ステップS490）、モータMG2のトルク指令値Tm2\*を、前回のトルク指令値Tm2\*と速度偏差△Vとを用いて次式（23）により計算する（ステップS492）。ここで、前回のトルク指令値Tm2\*は、前回このルーチンが実行されたときにステップS492で設定されたトルク指令値Tm2\*であり、このルーチンが始めて実行されたときには、図39のルーチンのステップS412で設定されたトルク指令値Tm2\*が前回のトルク指令値Tm2\*として用いられる。また、式（23）中、Kv6は比例定数であり、上述の比例定数Kv5と次式（24）の関係にある。

【0188】

$$Tm2* = \text{前回の} Tm2* + Kv6 \cdot \Delta V \quad \dots (23)$$

$$Kv6 = Kv5 / Nr \quad \dots (24)$$

【0189】こうしてエンジン150の目標回転数Ne\*とモータMG2のトルク指令値Tm2\*とを設定すると、設定した設定値を用いて、モータMG1の制御（ステップS494）、モータMG2の制御（ステップS496）およびエンジン150の制御（ステップS498）を行なう。これらの各制御は、前述した図39のステップS414ないしS418の各制御と同一であるから、その詳細な説明は省略する。なお、定速走行制御ルーチンでは、これらの制御に必要な設定値のうちエンジン150の目標回転数Ne\*とモータMG2のトルク指令値Tm2\*しか設定していないが、エンジン150の目標トルクTe\*とモータMG1のトルク指令値Tm1\*は、図39のステップS408およびS410で設定されたものが用いられる。

【0190】次に、定速走行制御ルーチンを実行することにより車速Vが目標速度Vmに保たれる様子について説明する。まず、バッテリ194の残容量BRMが閾値B1と閾値B2により設定される適正範囲内にあるときに車両の車速Vが目標速度Vmに保たれる様子について、この様子を例示する図43を用いて説明する。図42の定速走行制御ルーチンでは、風や道路の傾斜などにより車速Vが目標速度Vmより速度偏差△V5だけ小さくな

ると、前回の基本出力エネルギー  $P_{rf}$  に値  $Kv5 \cdot \Delta V$  が加えられた基本出力エネルギー  $P_{rf}$  を出力エネルギー  $P_r$  として設定すると共に（ステップ S 478, S 486）、この設定された出力エネルギー  $P_r$  に基づいてエンジン 150 の目標回転数  $N_{re*}$  を演算して（ステップ S 490）、エンジン 150 の制御（ステップ S 498）を行なうと同時に、前回のモータ MG 2 のトルク指令値  $Tm2*$  に速度偏差  $\Delta V$  に応じて定まる値  $Kv6 \cdot \Delta V$  を加えたものとしてモータ MG 2 のトルク指令値  $Tm2*$  を設定して（ステップ S 492）、モータ MG 2 の制御（ステップ S 496）を行なう。

【0191】この結果、図 43 に示すように、動力の出力軸としてのリングギヤ軸 126 に直接出力されるモータ MG 2 のトルク  $Tm2$  が直ちに値  $Kv6 \cdot \Delta V$  だけ増加されるから、車速  $V$  と目標速度  $Vm$  との速度偏差  $\Delta V$  は打ち消され、車速  $V$  が目標速度  $Vm$  に保たれる。こうしたモータ MG 2 の素早いトルク変化により、速度偏差  $\Delta V$  が生じても、直ちにその偏差を小さくして車速  $V$  を目標速度  $Vm$  にするのである。一方、エンジン 150 は、第 1 実施例でも説明したように、目標回転数  $N_{re*}$  が新たに設定され、スロットルバルブ 166 の開度も直ちに目標の運転状態となるように制御されても、モータ MG 2 のトルク変化に比してその応答性が低いから、直ちに目標回転数  $N_{re*}$  で運転することができず、エンジン 150 から出力されるエネルギー  $P_e$  は遅れて目標値に達する。したがって、モータ MG 2 のトルク増加に要する電力は、エンジン 150 から出力されるエネルギー  $P_e$  では賄えず、バッテリ 194 から供給されることになる。

【0192】こうして、車速  $V$  が目標速度  $Vm$  に保たれた後に、再び車速  $V$  と目標速度  $Vm$  とに速度偏差  $\Delta V$  が生じると、この速度偏差  $\Delta V$  を打ち消す方向にエンジン 150 から出力されるエネルギー  $P_e$  が増減されると共にモータ MG 2 のトルク指令値  $Tm2*$  が増減されて、速度偏差  $\Delta V$  が打ち消され、車速  $V$  は目標速度  $Vm$  となる。この際、モータ MG 2 のトルク変化の応答性に対してエンジン 150 から出力されるエネルギー  $P_e$  の変化の応答性が低いことから、モータ MG 2 のトルク変化に要する電力の過不足は、バッテリ 194 の充放電により調整されることになる。

【0193】車速  $V$  と目標速度  $Vm$  との速度偏差  $\Delta V$  を打ち消す際の共線図を図 44 および図 45 に示す。図 44 は車速  $V$  が目標速度  $Vm$  より小さくなったとき（速度偏差  $\Delta V$  が正の値のとき）の共線図であり、図 45 は車速  $V$  が目標速度  $Vm$  より大きくなったとき（速度偏差  $\Delta V$  が負の値のとき）の共線図である。

【0194】図 44 および図 45 に示すように、速度偏差  $\Delta V$  が生じたときには、エンジン 150 の運転ポイントは、トルク  $T_e$  は同じだが、回転数  $N_e$  は、回転数  $N_e 1$  から出力するエネルギーが値  $Kv5 \cdot \Delta V$  だけ増減さ

れた値となる回転数  $N_e 2$  となる。このため、動作共線は、リングギヤ軸 126 の回転数  $N_r$  とエンジン 150 の回転数  $N_{re 1}$  とを結ぶ直線  $D L 1$  からリングギヤ軸 126 の回転数  $N_r$  とエンジン 150 の回転数  $N_{re 2}$  とを結ぶ直線  $D L 2$  に変更され、サンギヤ軸 125 は回転数  $N_s 1$  から回転数  $N_s 2$  に変更される。エンジン 150 から出力されるトルク  $T_e$  は同じだから、エンジン 150 からトルク  $T_e$  が出力されることに伴ってサンギヤ軸 125 に作用するトルク  $T_{es}$  とリングギヤ軸 126 に作用するトルク  $T_{er}$  は、同じ値のままとなる。一方、モータ MG 2 から出力されるトルク  $Tm2$  は、速度偏差  $\Delta V$  に応じて値  $Kv6 \cdot \Delta V$  だけ増減されるから、リングギヤ軸 126 に出力されるトルク  $T_r$  は、値  $Kv6 \cdot \Delta V$  だけ増減され、速度偏差  $\Delta V$  が打ち消される。

【0195】また、前述したように、速度偏差  $\Delta V$  によっては、サンギヤ軸 125 に作用するトルク  $T_{es}$  は変更されず、モータ MG 1 のトルク  $Tm1$  も変更されない。しかし、サンギヤ軸 125 の回転数  $N_s$  は動作共線の変更に伴って変更されるから、モータ MG 1 で回生される電気エネルギー  $Pm1$  は、その回転数差 ( $N_s 2 - N_s 1$ ) にトルク  $Tm1$  を乗じた分だけ変更されることになる。したがって、この変更分が、モータ MG 2 のトルク  $Tm2$  の増減に伴って増減する電気エネルギー  $Pm2$  の変更分に等しくすれば、定常状態となったときには、バッテリ 194 の充放電は行なわれない。なお、モータ MG 2 のトルク  $Tm2$  は、直ちに値  $Kv6 \cdot \Delta V$  だけ増加できるが、エンジン 150 の回転数  $N_e$  は直ちに回転数  $N_{re 2}$  にすることができないから、その間に不足する電力はバッテリ 194 の充放電により賄われることは前述した。

【0196】次に、車速  $V$  が目標速度  $Vm$  で一定のときにバッテリ 194 の残容量  $BRM$  が適正範囲に保たれる様子について説明する。図 42 の定速走行制御ルーチンでは、バッテリ 194 の残容量  $BRM$  が閾値  $B1$  と閾値  $B2$  とにより定められる適正範囲がないときには、基本出力エネルギー  $P_{rf}$  に充電エネルギー  $P_{bi}$  または放電エネルギー  $P_{bo}$  を増減して出力エネルギー  $P_r$  を設定すると共に（ステップ S 484, S 488）、この設定された出力エネルギー  $P_r$  に基づいてエンジン 150 の目標回転数  $N_{re*}$  を演算し（ステップ S 490）、エンジン 150 の制御（ステップ S 498）を行なう。したがって、エンジン 150 は、速度偏差  $\Delta V$  が生じたときと同様に、トルク  $T_e$  はそのままに、回転数  $N_e$  だけ増減されることになるから、この場合も、図 44 および図 45 に示した共線図と同様に、動作曲線がリングギヤ軸 126 の回転数  $N_r$  を支点として変更される。なお、図 44 および図 45 の共線図を、車速  $V$  が目標速度  $Vm$  で一定のときにおけるバッテリ 194 の充放電の際の共線図として見ると、速度偏差  $\Delta V$  を値 0 としてモータ MG 2 のトルク  $Tm2$  は変更されないものとし、充電エネルギー  $P_{bi}$

i および放電エネルギー  $P_{b0}$  は、それぞれ図4-4と図4-5におけるエンジン150の回転数差 ( $N_e 2 - N_e 1$ ) とトルク  $T_e$  との積で表わされるエネルギーとすればよい。

【0197】したがって、サンギヤ軸125の回転数  $N_s$  が回転数  $N_s 1$  から回転数  $N_s 2$  に変更されることに伴って、モータ MG 1 により回生される電気エネルギー  $P_{m1}$  が変更される。第3実施例では、この電気エネルギー  $P_{m1}$  の増減分が充電エネルギー  $P_{bi}$  または放電エネルギー  $P_{bo}$  としてバッテリ194の充放電に用いられる。なお、こうしたバッテリ194の充放電の様子は、第1実施例の説明で用いた図1-4に示す様子と同一である。

【0198】次に、速度偏差  $\Delta V$  に基づく制御とバッテリ194の充放電の制御が同時に進行なわれる様子について、この様子を例示する図4-6に基づき説明する。この動作は図4-3を用いて説明した速度偏差  $\Delta V$  に基づく制御と、バッテリ194の充放電の制御とを組み合わせたものである。図4-6には、バッテリ194の充電開始から充電終了までの間に速度偏差  $\Delta V 7$  が生じたときの動作を示した。

【0199】図示するように、バッテリ194の残容量  $BRM$  が閾値  $B1$  以下であるのを検出すると、エンジン150から出力すべきエネルギー  $P_r$  は基本出力エネルギー  $P_{rf}$  にバッテリ194の充電に必要な充電エネルギー  $P_{bi}$  が加算された値として設定されるから、加算された充電エネルギー  $P_{bi}$  によりバッテリ194が充電される。この状態では、前述したようにモータ MG 1 およびモータ MG 2 のトルク指令値  $T_{m1*}$ 、 $T_{m2*}$  は変更されない。こうしたバッテリ194の充電中に速度偏差  $\Delta V 7$  が生じると、基本出力エネルギー  $P_{rf}$  はこの速度偏差  $\Delta V 7$  を打ち消すのに必要なエネルギーの値  $Kv 5 \cdot \Delta V 7$  だけ加算されるから、エンジン150から出力されるエネルギー  $P_e$  もこの値  $Kv 5 \cdot \Delta V 7$  だけ増加する。そして、この増加したエネルギーが、モータ MG 2 のトルク指令値  $T_{m2*}$  を値  $Kv 6 \cdot \Delta V 7$  だけ増加することでもモータ MG 2 からリングギヤ軸126に出力され、速度偏差  $\Delta V 7$  が打ち消されて、車速  $V$  は目標速度  $V_m$  となる。なお、この状態では、エンジン150から出力されるエネルギー  $P_e$  はバッテリ194の充電前からみると値 ( $P_{bi} + Kv 5 \cdot \Delta V 7$ ) だけ増加している。

【0200】その後、バッテリ194の残容量  $BRM$  が閾値  $B1$  より大きくなると、基本出力エネルギー  $P_{rf}$  に充電エネルギー  $P_{bi}$  を加算して出力エネルギー  $P_d$  を設定するのを止め、基本出力エネルギー  $P_{rf}$  をそのまま出力エネルギー  $P_r$  に設定するから、エンジン150から出力されるエネルギー  $P_e$  は充電エネルギー  $P_{bi}$  だけ減少する。この状態では、基本出力エネルギー  $P_{rf}$  が速度偏差  $\Delta V 7$  に基づく値  $Kv 5 \cdot \Delta V 7$  だけ増加された状態が維続されているから、エンジン150の出力エネルギー  $P_r$  は、バッテリ194の充電前からみると値  $Kv 5 \cdot \Delta V$

7 だけ増加しており、モータ MG 2 のトルク  $T_{m2}$  も値  $Kv 6 \cdot \Delta V 7$  だけ増加している。

【0201】こうした速度偏差  $\Delta V$  に基づく制御とバッテリ194の充放電の制御の際の共線図の一例を図4-7に示す。バッテリ194の充電を開始するときには、エンジン150の回転数  $N_e$  は、回転数  $N_e 1$  からエネルギーが充電エネルギー  $P_{bi}$  だけ増加する値となる回転数  $N_e 2$  に変更され、これに伴って、動作共線は、直線  $DL 1$  から直線  $DL 2$  に変更される。この結果、サンギヤ軸125の回転数  $N_s$  の偏差 ( $N_s 2 - N_s 1$ ) とトルク  $T_{m1}$  との積で表わされる電気エネルギーが余剰電力として見い出され、バッテリ194の充電に用いられる。この状態で、速度偏差  $\Delta V 7$  が生じると、エンジン150の回転数  $N_e$  は、エネルギーが値  $Kv 5 \cdot \Delta V 7$  だけ増加する値となる回転数  $N_e 3$  に変更され、動作共線は直線  $DL 3$  に変更される。このときにも、モータ MG 1 により回生される電力には、その回転数  $N_s$  の偏差 ( $N_s 3 - N_s 2$ ) とトルク  $T_{m1}$  との積で表わされる電気エネルギーが更なる余剰電力として見い出されるが、この電力は、モータ MG 2 のトルク  $T_{m2}$  を値  $Kv 6 \cdot \Delta V 7$  だけ増加することにより消費される。そして、バッテリ194の残容量  $BRM$  が閾値  $B1$  を上回ると、エンジン150の回転数  $N_e$  は、充電エネルギー  $P_{bi}$  だけ減少する値となる回転数  $N_e 4$  に変更され、動作共線も直線  $DL 4$  に変更される。このため、モータ MG 1 では、サンギヤ軸125の回転数  $N_s$  の偏差 ( $N_s 3 - N_s 4$ ) とトルク  $T_{m1}$  との積で表わされる電気エネルギーだけ回生されなくなり、バッテリ194の充電が停止される。

【0202】なお、図4-6および図4-7にはバッテリ194の充電開始から充電終了までの間に正の値の速度偏差  $\Delta V 7$  が生じたときの動作についてのみ示したが、バッテリ194の充電開始から充電終了までの間に負の値の速度偏差  $\Delta V$  が生じたときの動作、バッテリ194の放電開始から放電終了までの間に正または負の値の速度偏差  $\Delta V$  が生じたときの動作も同様に考えることができる。

【0203】以上説明した第3実施例の動力出力装置110によれば、車速  $V$  と目標速度  $V_m$  とに速度偏差  $\Delta V$  が生じてもエンジン150から出力されるエネルギー  $P_e$  を増減すると共にモータ MG 2 のトルクを増減するから、速度偏差  $\Delta V$  を打ち消して車速  $V$  を目標速度  $V_m$  にできる。しかも、モータ MG 2 のトルクの増減はバッテリ194の充放電により直ちに行なわれるから、速度偏差  $\Delta V$  はすぐに解消され、車速  $V$  は目標速度  $V_m$  に保たれる。この結果、車速  $V$  を高い精度で目標速度  $V_m$  にできる。

【0204】また、第3実施例の動力出力装置110によれば、バッテリ194の残容量  $BRM$  が適正範囲にないときには、バッテリ194の充放電を行なうことにより残容量  $BRM$  を適正範囲内にできる。しかも、

バッテリ 194 の充放電に見合うエネルギーの増減をエンジン 50 から出力されるエネルギー  $P_e$  にて行なうことができる。

【0205】なお、第3実施例の動力出力装置 110 では、定速走行制御ルーチンで定速走行の制御である走行速度偏差  $\Delta V$  に基づく制御とバッテリ 194 の充放電の制御とを同時に行なうものとしたが、速度偏差  $\Delta V$  に基づく制御のみを行なうものとしてもよい。この場合、図 42 の定速走行制御ルーチンのステップ S480 ないし S488 は不要となる。

【0206】また、第3実施例の動力出力装置 110 では、定速走行の制御を車速  $V$  と目標速度  $V_m$  との速度偏差  $\Delta V$  に基づいて、この速度偏差  $\Delta V$  を打ち消すようモータ MG 2 のトルク指令値  $T_{m2*}$  を制御したが、速度偏差  $\Delta V$  に基づく制御に加えて、車速  $V$  の微分量、即ち変化率を演算し、この変化率に基づいてモータ MG 2 のトルク指令値  $T_{m2*}$  を制御するものとしてもよい。こうすれば、車速  $V$  をより安定して目標速度  $V_m$  に保つことができる。

【0207】第3実施例の動力出力装置 110 では、スロットルバルブ 166 の開度  $B_P$  の制御で、開度指令値  $B_{P*}$  をエンジン 150 の回転数  $N_e$  によってフィードバック制御するものとしたが、目標回転数  $N_{e*}$  が設定されたときに開度指令値  $B_{P*}$  を設定し、エンジン 150 の回転数  $N_e$  によるフィードバック制御しないものとしてもかまわない。

【0208】第3実施例の動力出力装置 110 では、速度偏差  $\Delta V$  が生じたりバッテリ 194 を充放電したりする際の出力エネルギー  $P_r$  の増減に対して、エンジン 150 の目標トルク  $T_{e*}$  は変化させず、エンジン 150 の目標回転数  $N_{e*}$  を変化させたが、目標トルク  $T_{e*}$  も変化させるものとしてもよい。この場合、図 42 の定速走行制御ルーチンのステップ S490 および S492 の処理に代えて、図 48 の定速走行制御ルーチンに示すステップ S590 ないし S593 の処理を実行する。即ち、図 42 の定速走行制御ルーチンのステップ S484 ないし S488 により出力エネルギー  $P_r$  を設定した後、まず、図 39 の定速走行初期処理ルーチンのステップ S408 で設定したのと同様に、設定された出力エネルギー  $P_r$  に対してエンジン 150 ができる限り効率の高い状態で運転され、かつ出力エネルギー  $P_d$  の変化に対してエンジン 150 の運転状態が滑らかに変化するエンジン 150 の目標トルク  $T_{e*}$  および目標回転数  $N_{e*}$  を設定する（ステップ S590）。続いて、モータ MG 1 のトルク指令値  $T_{m1*}$  にエンジン 150 の目標トルク  $T_{e*}$  を用いて上式（20）により算出して設定し（ステップ S591）、エンジン 150 のトルク  $T_{e*}$  の変更に伴ってリングギヤ軸 126 に作用するトルク  $T_{e_r}$  の変化量  $\Delta T_{e_r}$  を次式（25）により求める。そして、モータ MG 2 のトルク指令値  $T_{m2*}$  を次式（26）

6) により算出する。

【0209】

【数9】

$$\Delta T_{e_r} = (T_{e*} - \text{前回 } T_{e*}) \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots \dots \quad (25)$$

$$T_{m2*} \leftarrow \text{前回 } T_{m2*} - \Delta T_{e_r} + K_{v6} \times \Delta V \quad \dots \dots \quad (26)$$

【0210】ここで、上述した式（23）と比べて式（26）では、式（23）で算出されるトルク指令値  $T_{m2*}$  からリングギヤ軸 126 に作用するトルク  $T_{e_r}$  の変化量  $\Delta T_{e_r}$  を減じているが、これは、エンジン 150 の目標トルク  $T_{e*}$  を変化させることに伴ってリングギヤ軸 126 に作用するトルク  $T_{e_r}$  が変化するから、その変化分を打ち消すためのものである。

【0211】以上説明したように第3実施例の動力出力装置 110 を出力エネルギー  $P_r$  の増減に応じてエンジン 150 の目標トルク  $T_{e*}$  および目標回転数  $N_{e*}$  を変更するものとすれば、エンジン 150 はより効率の良い運転ポイントで運転することになるから、全体としての効率をより高くすることができる。

【0212】第3実施例の動力出力装置 110 では、出力エネルギー  $P_r$  を設定することによりエンジン 150 を目標トルク  $T_{e*}$  および目標回転数  $N_{e*}$  の運転ポイントにより運転できるものとして説明したが、第1実施例の動力出力装置 20 と同様に、スロットルバルブ 166 のアクチュエータ 167 が段階的にしか位置決めできないものを用いるものとしてもよい。この場合、スロットルバルブ 166 の開度  $B_P$  を段階的にしか設定できないことから生じる出力すべきエネルギー  $P_r$  とエンジン 150 から出力されるエネルギー  $P_e$  とのエネルギー偏差は、バッテリ 194 の充放電により賄われる。出力すべきエネルギー  $P_r$  とエンジン 150 から出力されるエネルギー  $P_e$  とバッテリ 194 の充放電エネルギーとの関係については、第1実施例の動力出力装置 20 における同様の処理で説明した図 25 および図 26 と同様である。このように、第3実施例の動力出力装置 110 によれば、設定された出力エネルギー  $P_r$  とエンジン 150 からの出力されるエネルギーとに偏差が生じても、このエネルギー偏差をバッテリ 194 の充放電により調整することができる。したがって、スロットルバルブ 166 のアクチュエータ 167 に、スロットルバルブ 166 の開度  $B_P$  を段階的にしか設定できないような精度の低いものでも用いることができる。しかも、アクチュエータ 167 に精度の低いものを用いても、車両の車速  $V$  を目標速度  $V_m$  に安定して保つことができる。

【0213】第3実施例の動力出力装置 110 では、車両の車速  $V$  を目標速度  $V_m$  に保つために図 39 の定速走行初期処理ルーチンおよび図 42 の定速走行制御ルーチンを実行したが、これらのルーチンをリングギヤ軸 126 を定速で回転駆動する定速駆動制御に適用することも

できる。この場合、図39および図42のルーチンの目標速度Vmに代えて目標回転数Nr\*を用い、車速Vに代えて回転数Nrを用いればよい。なお、リングギヤ軸126の回転数Nrは、リングギヤ軸126に取り付けられたレゾルバ149により検出することができる。このように第3実施例の動力出力装置110によりリングギヤ軸126を定速に回転駆動する定速駆動制御を行なえば、第3実施例の動力出力装置110を車両以外の輸送機関（例えば船舶や航空機など）や、他の機械（例えば工作機械等）にも搭載した場合にも適用することができる。

【0214】第3実施例の動力出力装置110では、リングギヤ軸126に出力された動力をリングギヤ122に結合された動力取出ギヤ128を介してモータMG1とモータMG2との間から取り出したが、図49の変形例である動力出力装置110Aに示すように、リングギヤ軸126を延出してケース119から取り出すものとしてもよい。また、図50の変形例である動力出力装置110Bに示すように、エンジン150側からプラネタリギヤ120、モータMG2、モータMG1の順になるよう配置してもよい。この場合、サンギヤ軸125Bは中空でなくともよく、リングギヤ軸126Bは中空軸とする必要がある。こうすれば、リングギヤ軸126Bに出力された動力をエンジン150とモータMG2との間から取り出すことができる。

【0215】次に、本発明の第4の実施例である動力出力装置110Cについて説明する。図51は、第4実施例の動力出力装置110Cの構成の一部を例示する部分構成図である。図51に示すように、第4実施例の動力出力装置110Cは、モータMG2のロータ142がクランクシャフト156に取り付けられている点およびモータMG1とモータMG2の配置が異なる点等を除いて第3実施例の動力出力装置110と同一の構成をしている。このため、図51では第3実施例の動力出力装置110の構成を例示する図に相当する図34のうち同一の部分である制御装置180等を省略した。また、第4実施例の動力出力装置110Cを車両に搭載したときには図33に例示する構成と同一の構成となる。したがって、第4実施例の動力出力装置110Cの構成のうち第3実施例の動力出力装置110と同一の構成については同一の符号を付し、その説明は省略する。なお、明示しない限り第1実施例および第3実施例の説明の際に用いた符号はそのまま同じ意味で用いる。

【0216】第4実施例の動力出力装置110Cでは、図51に示すように、エンジン150側からモータMG2、プラネタリギヤ120、モータMG1の順に配置されている。プラネタリギヤ120のサンギヤ121に結合されたサンギヤ軸125CにはモータMG1のロータ132が取り付けられており、プラネタリキャリア124には、第1実施例の動力出力装置110と同様に、エ

ンジン150のクランクシャフト156が取り付けられている。このクランクシャフト156には、モータMG2のロータ142と、クランクシャフト156の回転角度θeを検出するレゾルバ157とが取り付けられている。プラネタリギヤ120のリングギヤ122に取り付けられたリングギヤ軸126Cは、その回転角度θrを検出するレゾルバ149が取り付けられているだけで、動力取出ギヤ128に結合されている。

【0217】第4実施例の動力出力装置110Cは、その配置が第3実施例の動力出力装置110と異なるが、第3実施例の動力出力装置110と同様に、モータMG1の三相コイル134は制御装置180の第1の駆動回路191に、モータMG2の三相コイル144は第2の駆動回路192に接続されている。また、図示しないが、レゾルバ157も信号ラインにより制御装置180の制御CPU190の入力ポートに接続されている。

【0218】第4実施例の動力出力装置110Cは次のように動作する。エンジン150を回転数Ne、トルクTeの運転ポイントP1で運転し、エンジン150から出力されるエネルギーPe (Pe=Ne×Te) と同じエネルギーPr (Pr=Nr×Tr) となる回転数Nr、トルクTrの運転ポイントP2でリングギヤ軸126Cを運転する場合、すなわち、エンジン150から出力される動力をトルク変換してリングギヤ軸126Cに作用させる場合について考える。この状態の共線図を図52および図53に例示する。

【0219】図52の共線図における動作共線の釣り合いを考えると、次式(27)ないし式(30)が導き出される。即ち、式(27)はエンジン150から入力されるエネルギーPeとリングギヤ軸126Cに出力されるエネルギーPrの釣り合いから導き出され、式(28)はクランクシャフト156を介してプラネタリキャリア124に入力されるエネルギーの総和として導き出される。また、式(29)および式(30)はプラネタリキャリア124に作用するトルクを座標軸Sおよび座標軸Rを作成線とするトルクに分離することにより導出される。

【0220】

【数10】

$$Te \times Ne = Tr \times Nr \quad \dots \dots \quad (27)$$

$$Tc = Te + Tm2 \quad \dots \dots \quad (28)$$

$$Tcs = Tc \times \frac{\rho}{1+\rho} \quad \dots \dots \quad (29)$$

$$Tcr = Tc \times \frac{1}{1+\rho} \quad \dots \dots \quad (30)$$

【0221】この動作共線がこの状態で安定であるためには、動作共線の力の釣り合いがとれればよいから、トルクTm1とトルクTcsとを等しく、かつ、トルクTrとトルクTcrとを等しくすればよい。以上の関係からトルクTm1およびトルクTm2を求めれば、次式(31)および式(32)のように表わされる。

【0222】

【数11】

$$Tm1 = Tr \times \rho \quad \dots \dots \quad (31)$$

$$Tm2 = Tr \times (1 + \rho) - Te \quad \dots \dots \quad (32)$$

【0223】したがって、モータMG1により式(31)で求められるトルクTm1をサンギヤ軸125Cに作用させ、モータMG2により式(32)で求められるトルクTm2をクランクシャフト156に作用させれば、エンジン150から出力されるトルクTeおよび回転数Neで表わされる動力をトルクTrおよび回転数Nrで表わされる動力にトルク変換してリングギヤ軸126Cに出力することができる。なお、この共線図の状態では、モータMG1は、ロータ132の回転の方向とトルクの作用方向が逆になるから、発電機として動作し、トルクTm1と回転数Nsとの積で表わされる電気エネルギーPm1を回生する。一方、モータMG2は、ロータ142の回転の方向とトルクの作用方向が同じになるから、電動機として動作し、トルクTm2と回転数Nrとの積で表わされる電気エネルギーPm2を消費する。

【0224】図52に示す共線図ではサンギヤ軸125Cの回転数Nsは正であったが、エンジン150の回転数Neとリングギヤ軸126Cの回転数Nrとによっては、図53に示す共線図のように負となる場合もある。このときには、モータMG1は、ロータ132の回転の方向とトルクの作用する方向と同じになるから、電動機として動作し、トルクTm1と回転数Nsとの積で表わされる電気エネルギーPm1を消費する。一方、モータMG2は、ロータ142の回転の方向とトルクの作用する方向とが逆になるから、発電機として動作し、トルクTm2と回転数Nrとの積で表わされる電気エネルギーPm2をリングギヤ軸126Cから回生することになる。

【0225】以上の動作原理の説明でも、第3実施例の動力出力装置110の動作原理と同様に、プラネタリギヤ120やモータMG1、モータMG2、トランジスタTr1ないしTr16などによる動力の変換効率を値1(100%)として説明したが、実際には値1未満となるから、エンジン150から出力されるエネルギーPeをリングギヤ軸126Cに出力するエネルギーPrより若干大きな値としたり、逆にリングギヤ軸126Cに出力するエネルギーPrをエンジン150から出力されるエネルギーPeより若干小さな値とする必要がある。しかし、前述したように、プラネタリギヤ120における機械摩擦によるエネルギーの損失が小さく、モータMG1、MG2に用いた同期電動機の効率は値1に極めて近いことなどを考慮すれば、動力の変換効率は値1に近いものとなる。したがって、第4実施例の以下の説明でも、明示しない限り変換効率を値1(100%)として取り扱う。

【0226】以上、第4実施例の動力出力装置110Cの基本的な動作について説明したが、こうしたエンジン

150から出力された動力のすべてをトルク変換してリングギヤ軸126Cに出力する動作の他、エンジン150から出力された動力にバッテリ194に蓄えられた電気エネルギーを付加してリングギヤ軸126Cに出力する動作や、逆にエンジン150から出力された動力の一部をバッテリ194に電気エネルギーとして蓄える動作なども第3実施例の動力出力装置110と同様に可能である。

【0227】以上の説明から解るように、第4実施例の動力出力装置110Cでも第3実施例の動力出力装置110と同様に図39に示した定速走行初期処理ルーチンおよび図42に示した定速走行制御ルーチンを実行することができる。ただし、定速走行初期処理ルーチンについては、図39中のステップS410およびS412に代えて図54に示す定速走行初期処理ルーチンのステップS610およびS612が実行され、定速走行制御ルーチンについては、図42中のステップS492に代えて図55に示す定速走行制御ルーチンのステップS691およびS692が実行される。この相違は、モータMG2をエンジン150のクランクシャフト156に配置したことによるものである。以下、この点について若干説明する。

【0228】第4実施例の動力出力装置110Cでは、モータMG2がクランクシャフト156に取り付けられており、その動力の入出力がプラネタリキャリア124になされるから、モータMG2のトルクTm2の増減により、サンギヤ軸125Cおよびリングギヤ軸126Cに作用するトルクTcsおよびトルクTcrは、モータMG2のトルクTm2の増減量を $\Delta Tm2$ とすれば、次式(33)および式(30)により計算される増減量 $\Delta Tcs$ および増減量 $\Delta Tcr$ だけ変化する。

【0229】

【数12】

$$\Delta Tcs = \Delta Tm2 \times \frac{\rho}{1 + \rho} \quad \dots \dots \quad (33)$$

$$\Delta Tcr = \Delta Tm2 \times \frac{1}{1 + \rho} \quad \dots \dots \quad (34)$$

【0230】このリングギヤ軸126Cに作用するトルクの増減量 $\Delta Tcr$ を、第3実施例における速度偏差 $\Delta V$ を打ち消すためのモータMG2のトルクの増減量である値 $Kv6 \cdot \Delta V$ (図42のステップS492)に等しくすれば、第4実施例の動力出力装置110Cを搭載する車両は、第3実施例の動力出力装置110と同様に、速度偏差 $\Delta V$ が打ち消され、目標速度Vmで定速走行することになる。したがって、第4実施例におけるモータMG2のトルクTm2の増減量 $\Delta Tm2$ を比例定数 $Kv7$ を用いて $Kv7 \cdot \Delta V$ とおけば、上式(26)と式(34)とにより $Kv7 = Kv6(1 + \rho)$ の関係となる。一方、モータMG2のトルクTm2の増減に伴いサンギヤ軸125Cに作用するトルクTcsも変化するか

ら、動作共線の釣り合いをとるためにモータ MG 1 のトルク  $T_{m1}$  を上式 (33) で計算される増減量  $\Delta T_{c s}$  だけ変化させる必要がある。これらのことから、第4実施例の動力出力装置 110C では、前述の比例定数  $K_{v7}$  を用いて、モータ MG 1 のトルク指令値  $T_{m1*}$  を次式 (35) により、モータ MG 2 のトルク指令値  $T_{m2*}$  を次式 (36) により算出して設定しているのである (ステップ S691, S692)。

【0231】

【数13】

$$T_{m1*} \leftarrow \text{前回 } T_{m1*} + K_{v7} \cdot \Delta V \times \frac{p}{1+p} \quad \dots \dots \quad (35)$$

$$T_{m2*} \leftarrow \text{前回 } T_{m2*} + K_{v7} \cdot \Delta V \quad \dots \dots \quad (36)$$

【0232】以上説明した第4実施例の動力出力装置 110C によれば、車速  $V$  と目標速度  $V_m$  とに速度偏差  $\Delta V$  が生じてもエンジン 150 から出力されるエネルギー  $P_e$  を増減すると共にモータ MG 1 およびモータ MG 2 のトルクを増減するから、速度偏差  $\Delta V$  を打ち消して車速  $V$  を目標速度  $V_m$  にすることができる。しかもモータ MG 1 およびモータ MG 2 のトルクの増減はバッテリ 194 の充放電により賄われて直ちに行なわれるから、速度偏差  $\Delta V$  はすぐに解消され、車速  $V$  は目標速度  $V_m$  に保たれる。この結果、きめ細かな制御を行なうことができるから、車速  $V$  を安定して目標速度  $V_m$  に保つことができる。

【0233】この他、第4実施例の動力出力装置 110C でも、第3実施例の動力出力装置 110 が奏する効果、即ち、バッテリ 194 の残容量  $B_{RM}$  が適正範囲にないときには、バッテリ 194 の充放電を行なうことにより残容量  $B_{RM}$  を適正範囲内にすることができる効果も奏する。

【0234】更に、第4実施例の動力出力装置 110C でも、第3実施例の動力出力装置 110 と同様に、速度偏差  $\Delta V$  やバッテリ 194 の充放電に基づく出力エネルギー  $P_r$  の変更に応じてエンジン 150 の目標トルク  $T_e*$  および目標回転数  $N_e*$  を変更する構成や、速度偏差  $\Delta V$  によるモータ MG 2 のトルク指令値  $T_{m2*}$  の制御に加えて車速  $V$  の変化率に基づいてモータ MG 2 のトルク指令値  $T_{m2*}$  を制御する構成、スロットルバルブ 166 のアクチュエータ 167 に精度の低いものを用いる構成、リングギヤ軸 126 を定速で回転駆動する定速駆動制御を行なう構成などとしてもよい。これらの構成とした場合、第3実施例の動力出力装置 110 と同様な効果を奏するのは言うまでもない。

【0235】なお、第4実施例の動力出力装置 110C では、エンジン 150 とモータ MG 1 とによりモータ MG 2 を挟持する配置としたが、図 56 の変形例である動力出力装置 110D に示すように、モータ MG 1 とモータ MG 2 とでエンジン 150 を挟持する配置としてもよ

い。また、第4実施例の動力出力装置 110C では、リングギヤ軸 126C に出力された動力をリングギヤ 122 に結合された動力取出ギヤ 128 を介してモータ MG 1 とモータ MG 2 との間から取り出したが、図 57 の変形例である動力出力装置 110E に示すように、リングギヤ軸 126E を延出してケース 119 から取り出すものとしてもよい。

【0236】以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明はこうした実施の形態に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる形態で実施し得ることは勿論である。

【0237】例えば、第1実施例の動力出力装置 20 を4輪駆動車 (4WD) に適用する場合には、図 58 に示すごとくになる。図 58 に示す構成では、駆動軸 22 に機械的に結合していたアシストモータ 40 を駆動軸 22 より分離して、車両の後輪部に独立して配置し、このアシストモータ 40 によって後輪部の駆動輪 27, 29 を駆動する。一方、駆動軸 22 の先端はギヤ 23 を介してディファレンシャルギヤ 24 に結合されており、この駆動軸 22 によって前輪部の駆動輪 26, 28 を駆動する。このような構成の下においても、前述した第1実施例およびその変形例を実現することができる。

【0238】また、第3実施例の動力出力装置 110 を4輪駆動車 (4WD) に適用する場合には、図 59 に示すごとくになる。図 59 に示す構成では、リングギヤ軸 126 に取り付けられていたモータ MG 2 をリングギヤ軸 126 から分離して、車両の後輪部に独立して配置し、このモータ MG 2 によって後輪部の駆動輪 117, 119 を駆動する。一方、リングギヤ軸 126 に結合された動力取出ギヤ 128 は、チェーンベルト 129 および動力伝達ギヤ 111 を介して車両の前輪部のディファレンシャルギヤ 114 に結合されており、駆動輪 116, 118 を駆動する。このような構成の下においても、前述した第5実施例を実現することができる。

【0239】さらに、本発明は、図 60 に例示するようにドライブシャフト DS にモータ MG が取り付けられた構成にも適用することができる。この構成では、エンジン EG は、クラッチモータやブランタリギヤなどにより接続されておらず、クラッチ CL を介して直接ドライブシャフト DS に接続されている。車両は、エンジン EG から出力されるエネルギーとモータから入出力されるエネルギーにより走行する。この構成における定速走行制御は、たとえば、速度偏差  $\Delta V$  に対して、エンジン EG から出力されるエネルギーを増減制御すると共に、エンジン EG の出力変化に対する応答性の低さを考慮してモータ MG のトルク指令値を制御するものとなる。このように、本発明は、エンジンから出力されるエネルギーとモータから入出力されるエネルギーにより駆動軸を動作させる構成であれば如何なる構成でも適用することができる。たとえば、図 61 に例示するように、エンジン EG

のクランクシャフトとドライブシャフトDSとの接続をスイッチングするスイッチSWを備える構成や、図62に例示するように、エンジンEGから出力されるエネルギーとモータMGから入出力されるエネルギーとをプラネットリギヤによりミックスしてドライブシャフトDSに出力する構成などにも適用することもできる。

【0240】ところで、上述した各実施例では、エンジン50およびエンジン150としてガソリンにより運転されるガソリンエンジンを用いたが、その他に、ディーゼルエンジンや、タービンエンジンや、ジェットエンジンなど各種の内燃或いは外燃機関を用いることもできる。

【0241】また、第1または第2実施例のクラッチモータ30およびアシストモータ40として、あるいは、第3または第4実施例のモータMG1およびモータMG2として、PM形（永久磁石形；Permanent Magnet type）同期電動機を用いたが、回生動作および力行動作を行なわせるものであれば、その他にも、VR形（可変リラクタンス形；Variable Reluctance type）同期電動機や、バーニアモータや、直流電動機や、誘導電動機や、超電導モータや、ステップモータなどを用いることもできる。

【0242】さらに、第1または第2実施例では、クラッチモータ30に対する電力の伝達手段として回転トランス38を用いたが、その他、スリップリング-ブラシ接触、スリップリング-水銀接触、或いは磁気エネルギーの半導体カッピング等を用いることもできる。

【0243】第1または第2実施例の第1および第2の駆動回路91, 92として、あるいは、第3または第4実施例の第1および第2の駆動回路191, 192としてトランジスタインバータを用いたが、その他に、IGBT（絶縁ゲートバイポーラモードトランジスタ；Insulated Gate Bipolar mode Transistor）インバータや、サイリスタインバータや、電圧PWM（パルス幅変調；Pulse Width Modulation）インバータや、方形波インバータ（電圧形インバータ、電流形インバータ）や、共振インバータなどを用いることもできる。

【0244】また、第1または第2実施例のバッテリ94として、あるいは、第3または第4実施例のバッテリ194としては、Pbバッテリ、NiMHバッテリ、Liバッテリなどを用いることができるが、バッテリ94, 194に代えてキャパシタを用いることもできる。

【0245】各実施例では、動力出力装置を車両に搭載する場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、船舶、航空機などの交通手段や、その他各種産業機械などに搭載することも可能である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例としての動力出力装置20を搭載した車両の概略構成を示す構成図である。

【図2】クラッチモータ30、アシストモータ40およ

び制御装置80を中心に第1実施例の動力出力装置20の概略構成を示す構成図である。

【図3】第1実施例の動力出力装置20を構成するクラッチモータ30およびアシストモータ40の構造を示す断面図である。

【図4】第1実施例の動力出力装置20の動作原理を説明するためのグラフである。

【図5】第1実施例の制御装置80により実行される定速走行初期処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図6】第1実施例の制御装置80により実行されるクラッチモータ30の制御の基本的な処理を例示するフローチャートである。

【図7】第1実施例の制御装置80により実行されるアシストモータ40の制御の基本的な処理を例示するフローチャートである。

【図8】第1実施例のEFI ECU70により実行されるスロットルバルブ開度制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図9】第1実施例のEFI ECU70により実行される燃料噴射制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図10】第1実施例の制御装置80により実行される定速走行制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図11】バッテリ94の残容量BRMが適正範囲内にときに車両の車速Vが目標速度Vmに保たれる様子を例示する説明図である。

【図12】速度偏差△Vを打ち消す際の回転数Ne>回転数Ndにおけるエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を例示するグラフである。

【図13】速度偏差△Vを打ち消す際の回転数Ne<回転数Ndにおけるエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を例示するグラフである。

【図14】車速Vが目標速度Vmで一定のときにバッテリ94の残容量BRMが適正範囲に保たれる様子を例示する説明図である。

【図15】バッテリ94を充電する際の回転数Ne>回転数Ndにおけるエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を例示するグラフである。

【図16】バッテリ94を充電する際の回転数Ne<回転数Ndにおけるエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を例示するグラフである。

【図17】バッテリ94から放電する際の回転数Ne>回転数Ndにおけるエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を例示するグラフである。

フである。

【図18】バッテリ94から放電する際の回転数N<sub>e</sub> < 回転数N<sub>d</sub>におけるエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を例示するグラフである。

【図19】バッテリ94の充電中に速度偏差△Vが生じたときのエンジン50、バッテリ94およびアシストモータ40の動作の様子を例示する説明図である。

【図20】バッテリ94の充電中に速度偏差△Vが生じた際の回転数N<sub>e</sub> > 回転数N<sub>d</sub>におけるエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を例示するグラフである。

【図21】バッテリ94の充電中に速度偏差△Vが生じた際の回転数N<sub>e</sub> < 回転数N<sub>d</sub>におけるエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を例示するグラフである。

【図22】第1実施例の制御装置80により実行される定速走行制御ルーチンの変形例を示すフローチャートである。

【図23】出力エネルギーP<sub>d</sub>の増減に伴って目標トルクT<sub>e\*</sub>および目標回転数N<sub>e\*</sub>を変更する際の回転数N<sub>e</sub> > 回転数N<sub>d</sub>におけるエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を例示するグラフである。

【図24】出力エネルギーP<sub>d</sub>の増減に伴って目標トルクT<sub>e\*</sub>および目標回転数N<sub>e\*</sub>を変更する際の回転数N<sub>e</sub> < 回転数N<sub>d</sub>におけるエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を例示するグラフである。

【図25】出力エネルギーP<sub>d</sub>が段階的に設定できない際の回転数N<sub>e</sub> > 回転数N<sub>d</sub>におけるエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を例示するグラフである。

【図26】出力エネルギーP<sub>d</sub>が段階的に設定できない際の回転数N<sub>e</sub> < 回転数N<sub>d</sub>におけるエンジン50の運転ポイントおよび駆動軸22の運転ポイントの変化の様子を例示するグラフである。

【図27】第1実施例の動力出力装置20の変形例である動力出力装置20Aの概略構成を示す構成図である。

【図28】第2実施例の動力出力装置20Bの概略構成を示す構成図である。

【図29】第2実施例の動力出力装置20Bの制御装置80により実行される定速走行初期処理ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図30】第2実施例の動力出力装置20Bの制御装置80により実行される定速走行制御ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図31】第2実施例の動力出力装置20Bの変形例である動力出力装置20Cの構成の概略を例示する構成図である。

【図32】第2実施例の動力出力装置20Bの変形例である動力出力装置20Dの構成の概略を例示する構成図である。

【図33】本発明の第3の実施例としての動力出力装置110を組み込んだ車両の概略の構成を例示する構成図である。

【図34】第3実施例としての動力出力装置110の概略構成を示す構成図である。

【図35】第3実施例の動力出力装置110の部分拡大図である。

【図36】第3実施例の動力出力装置110の動作を説明するためのグラフである。

【図37】プラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図38】プラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図39】第3実施例の制御装置180により実行される定速走行初期処理ルーチンを例示するフローチャートである。

【図40】第3実施例の制御装置180により実行されるモータMG1の制御の基本的な処理を例示するフローチャートである。

【図41】第3実施例の制御装置180により実行されるモータMG2の制御の基本的な処理を例示するフローチャートである。

【図42】第3実施例の制御装置80により実行される定速走行制御ルーチンを例示するフローチャートである。

【図43】第3実施例のバッテリ194の残容量BRMが適正範囲内にときに車両の車速Vが目標速度Vmに保たれる様子を例示する説明図である。

【図44】速度偏差△Vを打ち消す際の共線図の変化の様子を説明する説明図である。

【図45】速度偏差△Vを打ち消す際の共線図の変化の様子を説明する説明図である。

【図46】第3実施例のバッテリ194の充電中に速度偏差△Vが生じたときの1エンジン50、バッテリ194およびモータMG2の動作の様子を例示する説明図である。

【図47】バッテリ94の充電中に速度偏差△Vが生じた際の共線図の変化の様子を説明する説明図である。

【図48】第3実施例の制御装置80により実行される定速走行制御ルーチンの変形例を示すフローチャートである。

【図49】第3実施例の動力出力装置110の変形例である動力出力装置110Aの構成の概略を例示する構成図である。

【図50】第3実施例の動力出力装置110の変形例である動力出力装置110Bの構成の概略を例示する構成図である。

【図5 1】第4実施例の動力出力装置110Cの概略構成を示す構成図である。

【図5 2】第4実施例のプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図5 3】第4実施例のプラネタリギヤ120に結合された3軸の回転数とトルクの関係を示す共線図である。

【図5 4】第4実施例の動力出力装置110Cの制御装置180により実行される定速走行初期処理ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図5 5】第4実施例の動力出力装置110Cの制御装置180により実行される定速走行制御ルーチンの一部を例示するフローチャートである。

【図5 6】第4実施例の動力出力装置110Cの変形例である動力出力装置110Dの構成の概略を例示する構成図である。

【図5 7】第4実施例の動力出力装置110Cの変形例である動力出力装置110Eの構成の概略を例示する構成図である。

【図5 8】第1実施例の動力出力装置20を4輪駆動車に適用した場合の構成を示す構成図である。

【図5 9】第3実施例の動力出力装置110を4輪駆動車に適用した場合の構成を示す構成図である。

【図6 0】本発明の適用可能な構成の概略を例示する構成図である。

【図6 1】本発明の適用可能な構成の概略を例示する構成図である。

【図6 2】本発明の適用可能な構成の概略を例示する構成図である。

#### 【符号の説明】

20…動力出力装置

20A～20D…動力出力装置

22…駆動軸

23…ギヤ

24…ディファレンシャルギヤ

26, 28…駆動輪

27, 29…駆動輪

30…クラッチモータ

32…アウタロータ

34…インナロータ

35…永久磁石

36…三相コイル

37A, 37B…ペアリング

38…回転トランス

38A…一次巻線

38B…二次巻線

39…レゾルバ

40…アシストモータ

42…ロータ

43…ステータ

44…三相コイル

45…ケース

46…永久磁石

48…レゾルバ

49…ペアリング

50…エンジン

51…燃料噴射弁

52…燃焼室

54…ピストン

56…クランクシャフト

57…ホイール

58…イグナイタ

59a…圧入ピン

59b…ネジ

60…ディストリビュータ

62…点火プラグ

64…アクセルペダル

65…アクセルペダルポジションセンサ

66…スロットルバルブ

67…アクチュエータ

67…スロットルバルブポジションセンサ

68…アクチュエータ

70…E F I E C U

72…吸気管負圧センサ

74…水温センサ

76…回転数センサ

78…回転角度センサ

79…スタートスイッチ

80…制御装置

82…シフトレバー

84…シフトポジションセンサ

86…車速センサ

90…制御C P U

90a…R A M

90b…R O M

91…第1の駆動回路

92…第2の駆動回路

94…バッテリ

95, 96…電流検出器

97, 98…電流検出器

99…残容量検出器

110…動力出力装置

110A～110E…動力出力装置

111…動力伝達ギヤ

112…駆動軸

114…ディファレンシャルギヤ

116, 118…駆動輪

117, 119…駆動輪

119…ケース

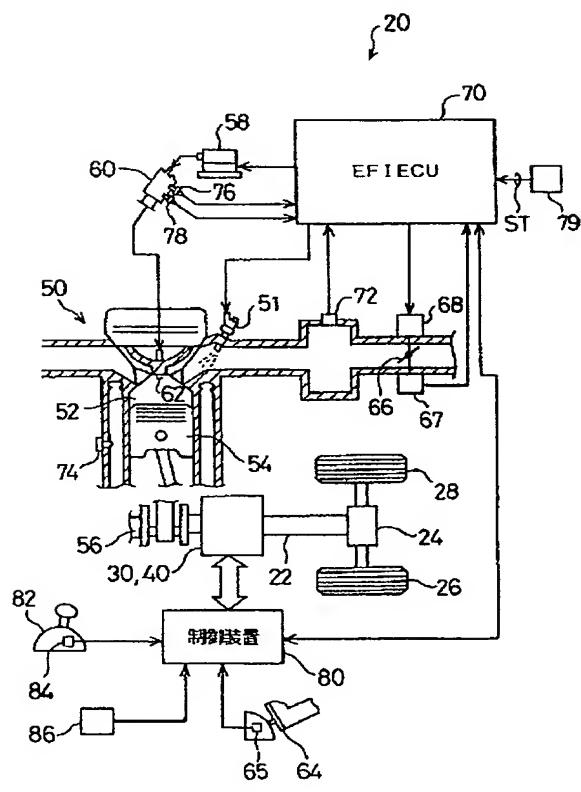
120…プラネタリギヤ

121…サンギヤ

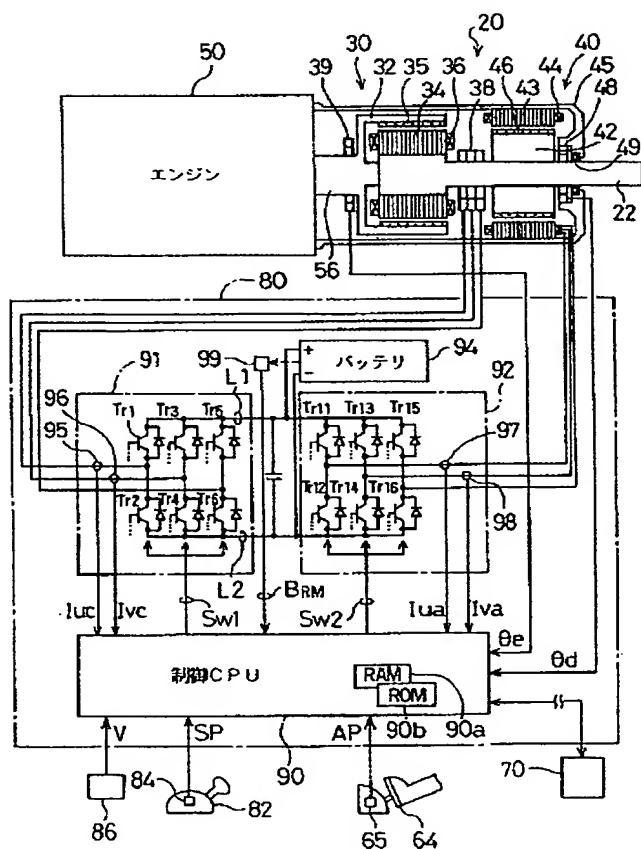
1 2 2 … リングギヤ  
 1 2 3 … プラネタリビニオンギヤ  
 1 2 4 … プラネタリキャリア  
 1 2 5 … サンギヤ軸  
 1 2 6 … リングギヤ軸  
 1 2 8 … 動力取出ギヤ  
 1 2 9 … チェーンベルト  
 1 3 2 … ロータ  
 1 3 3 … ステータ  
 1 3 4 … 三相コイル  
 1 3 5 … 永久磁石  
 1 3 9 … レゾルバ  
 1 4 2 … ロータ  
 1 4 3 … ステータ  
 1 4 4 … 三相コイル  
 1 4 5 … 永久磁石  
 1 4 9 … レゾルバ  
 1 5 0 … エンジン  
 1 5 6 … クランクシャフト  
 1 5 7 … レゾルバ  
 1 6 5 … アクセルペダルポジションセンサ

1 6 6 … スロットルバルブ  
 1 6 7 … アクチュエータ  
 1 7 0 … E F I E C U  
 1 8 0 … 制御装置  
 1 8 4 … シフトポジションセンサ  
 1 8 6 … 車速センサ  
 1 9 0 … 制御 C P U  
 1 9 0 a … R A M  
 1 9 0 b … R O M  
 1 9 1 … 第1の駆動回路  
 1 9 2 … 第2の駆動回路  
 1 9 4 … バッテリ  
 1 9 5, 1 9 6 … 電流検出器  
 1 9 7, 1 9 8 … 電流検出器  
 1 9 9 … 残容量検出器  
 L 1, L 2 … 電源ライン  
 M G 1 … モータ  
 M G 2 … モータ  
 T r 1 ~ T r 6 … トランジスタ  
 T r 1 1 から T r 1 6 … トランジスタ

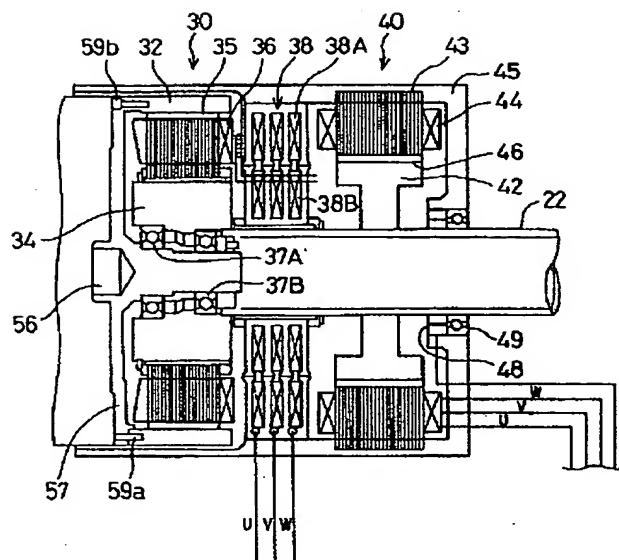
【図1】



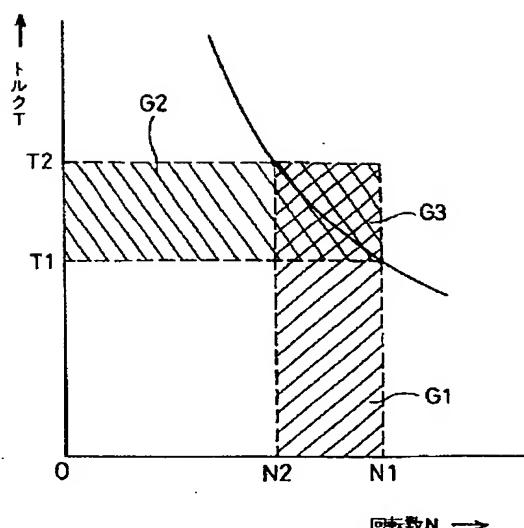
【図2】



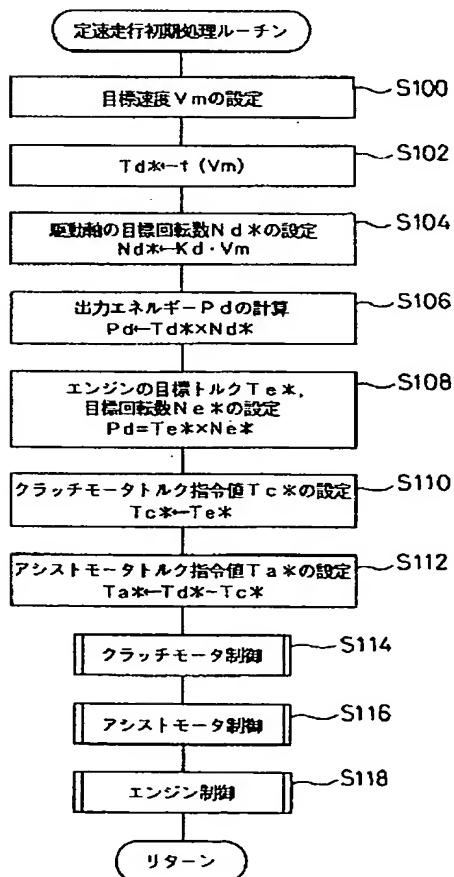
【図3】



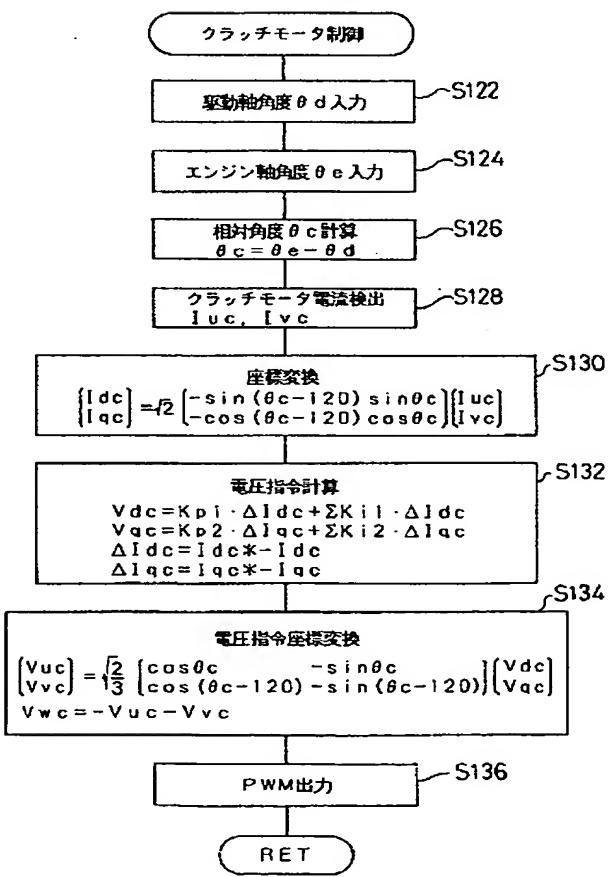
【図4】



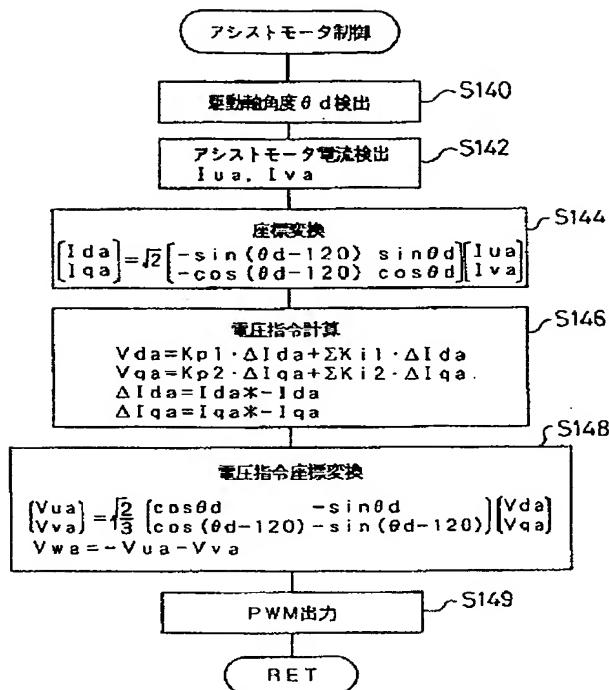
【図5】



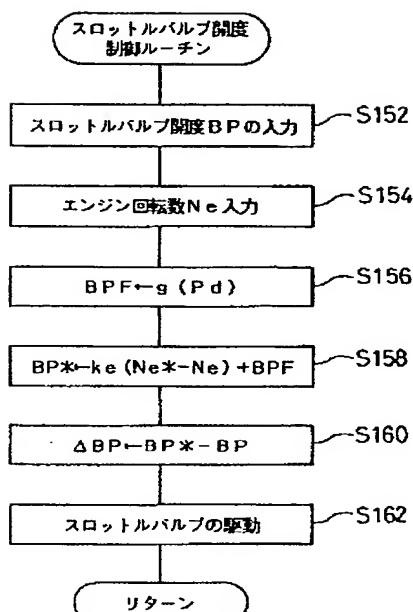
【図6】



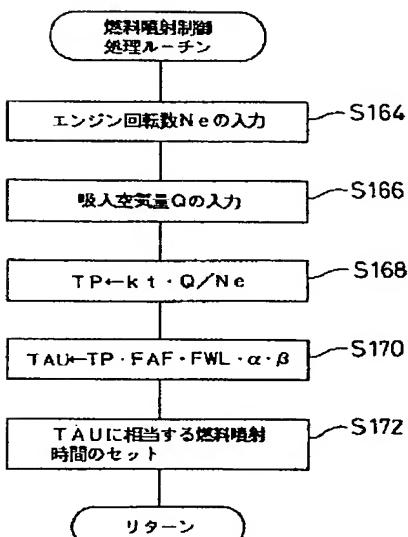
【図7】



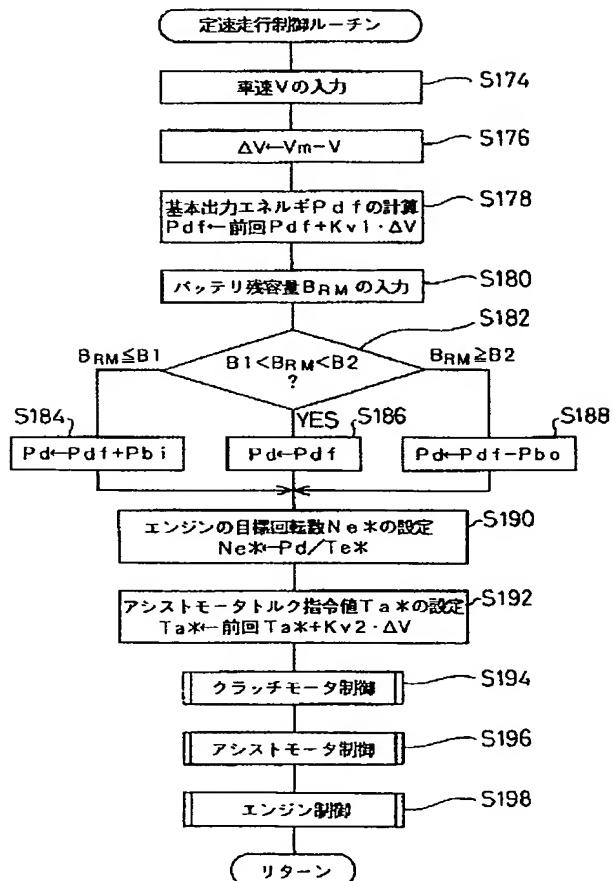
【図8】



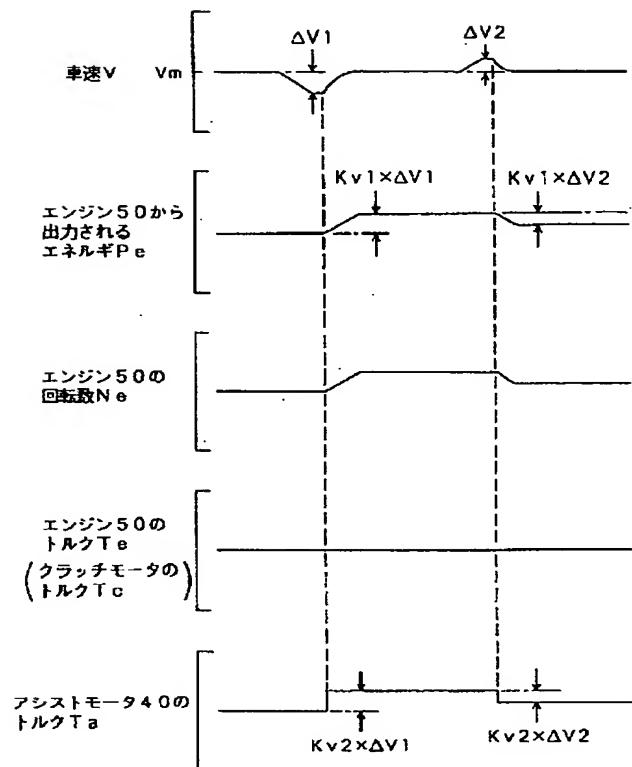
【図9】



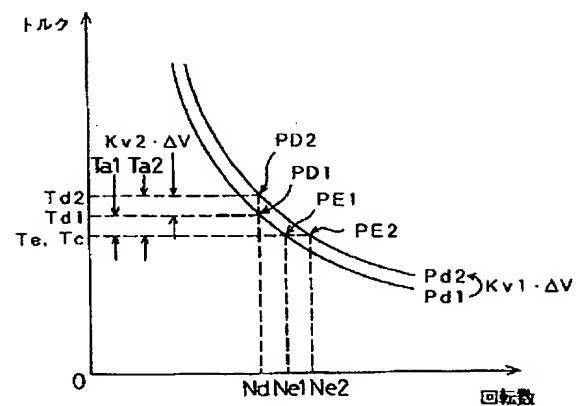
【図10】



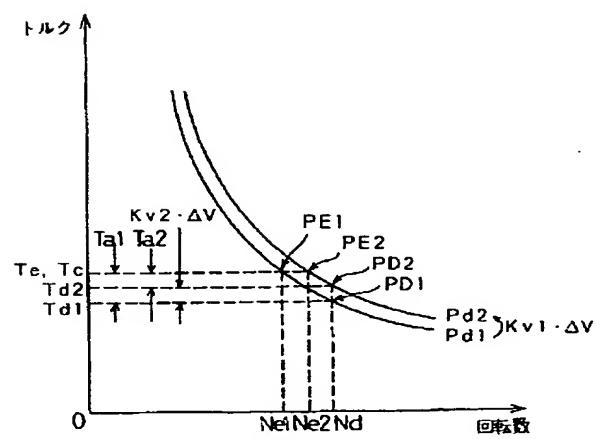
【図11】



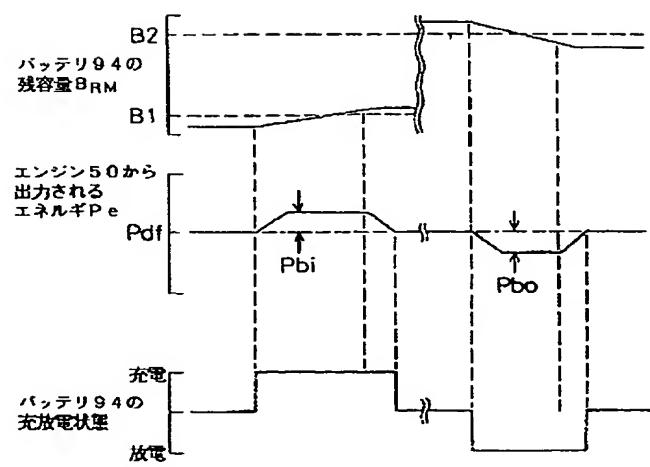
【図12】



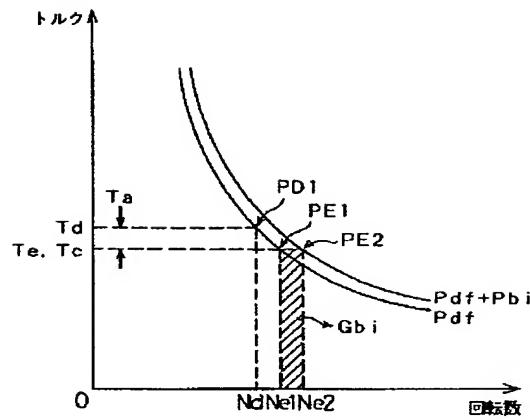
【図13】



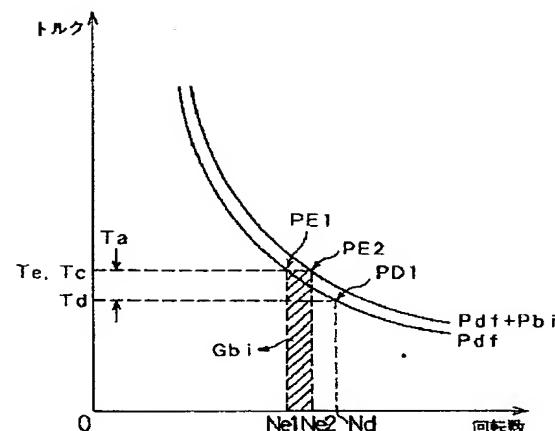
【図14】



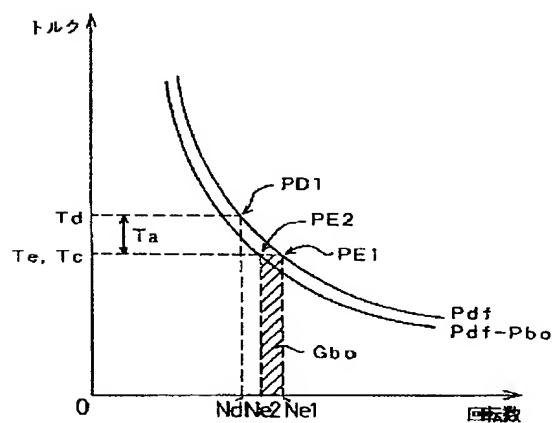
【図15】



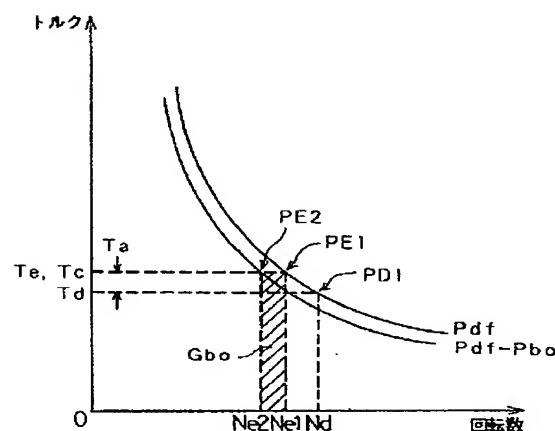
【図16】



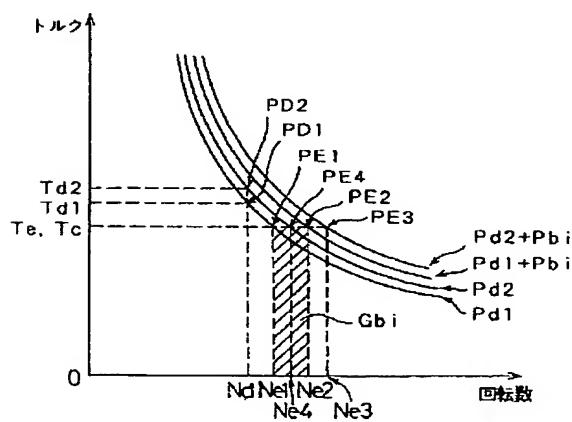
【図17】



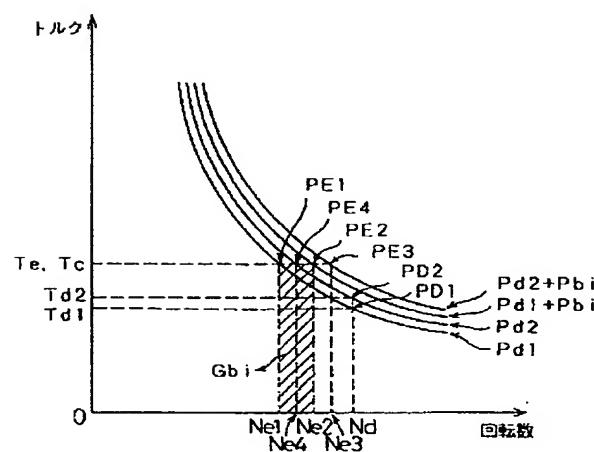
【図18】



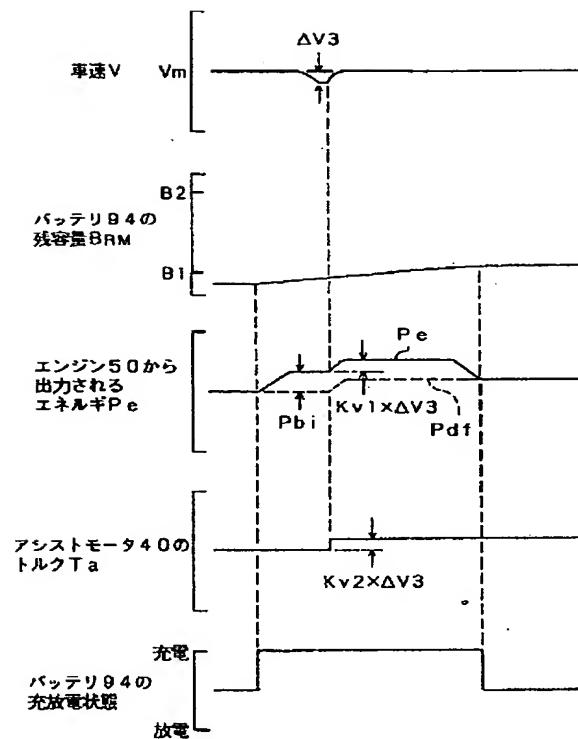
【図20】



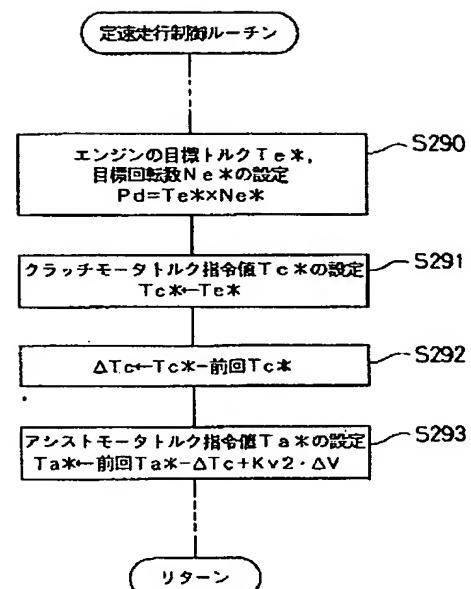
【図21】



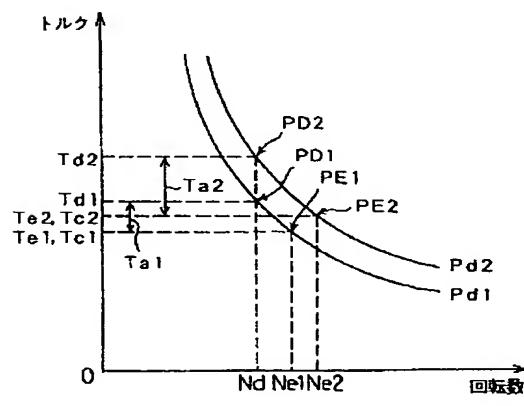
【図19】



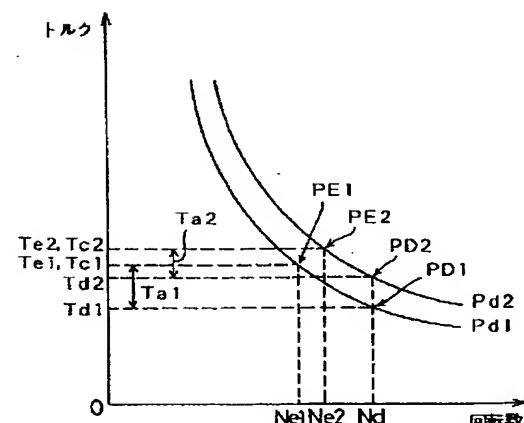
【図22】



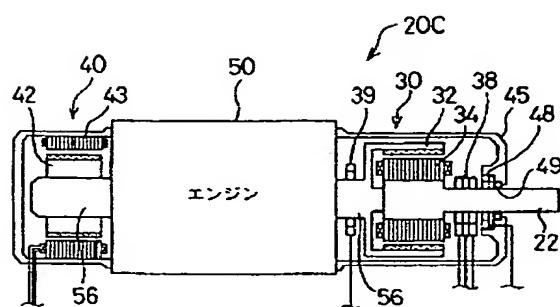
【図23】



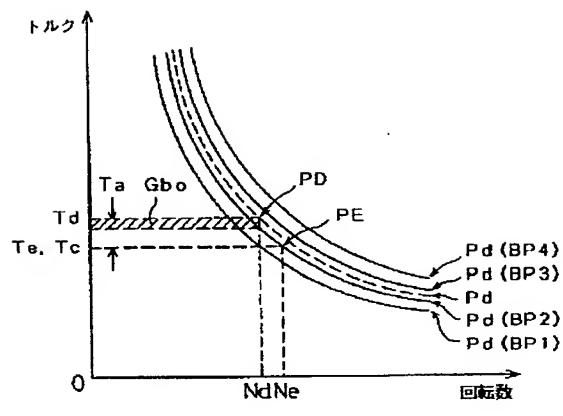
【図24】



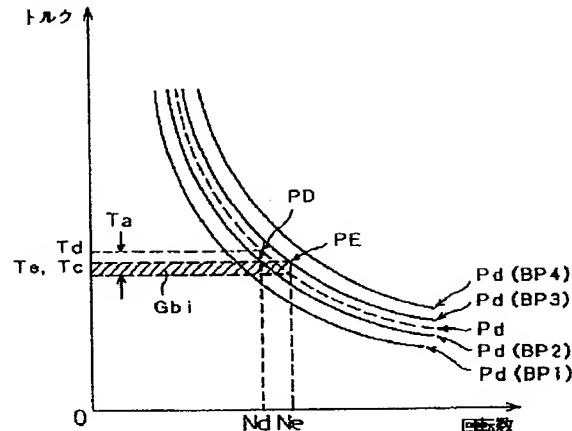
【図31】



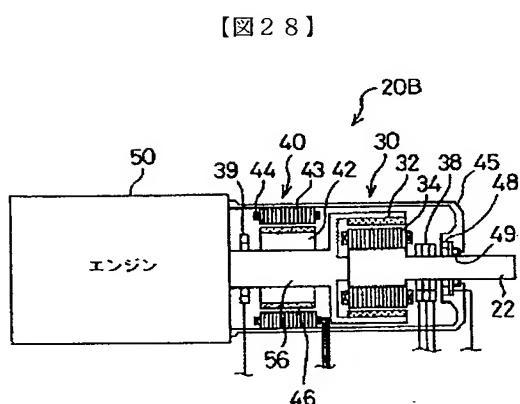
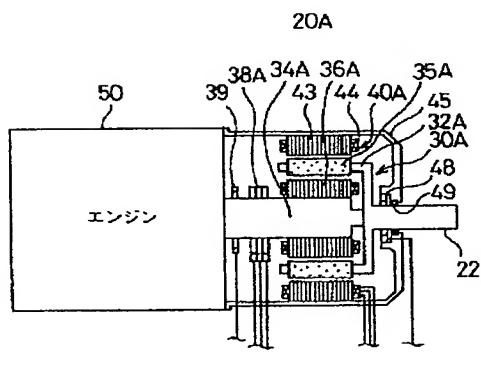
【図25】



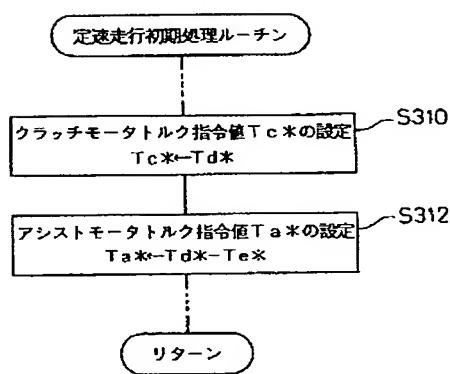
【図26】



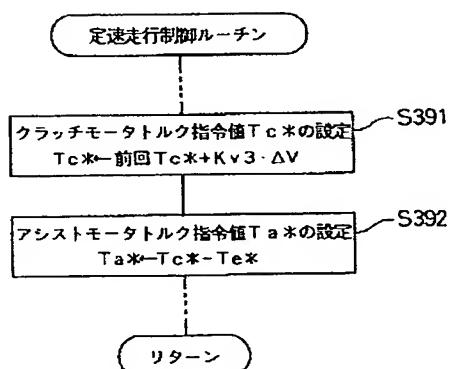
【図27】



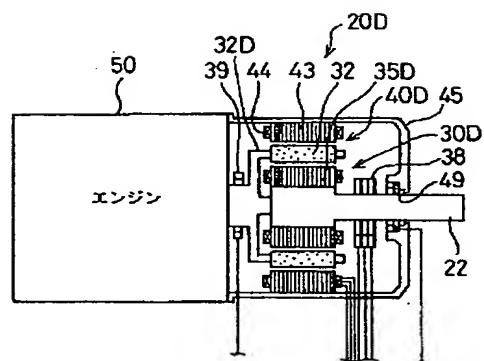
【図29】



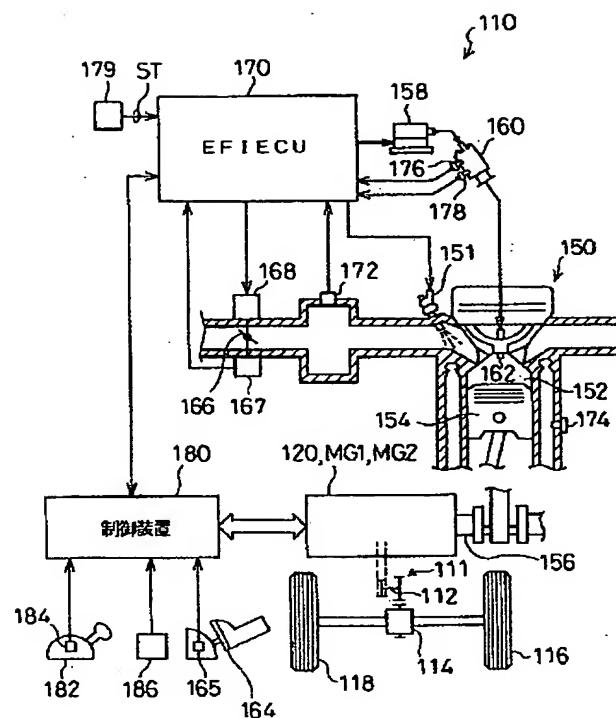
【図30】



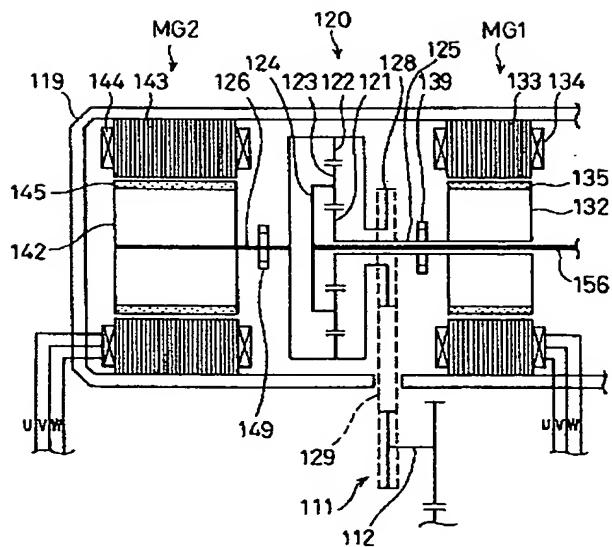
【図32】



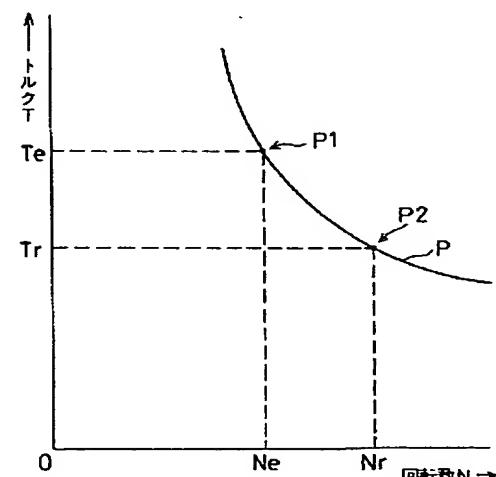
【図33】



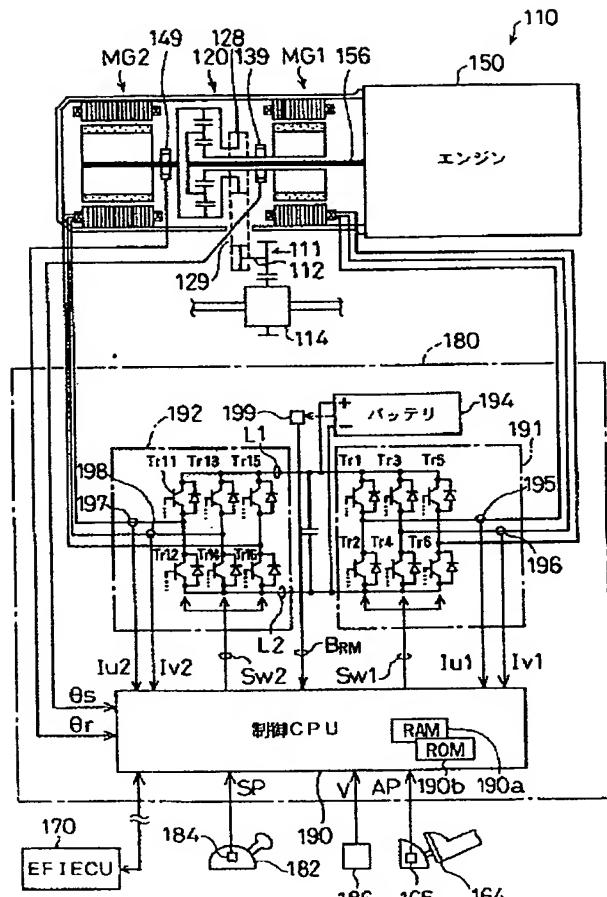
【図35】



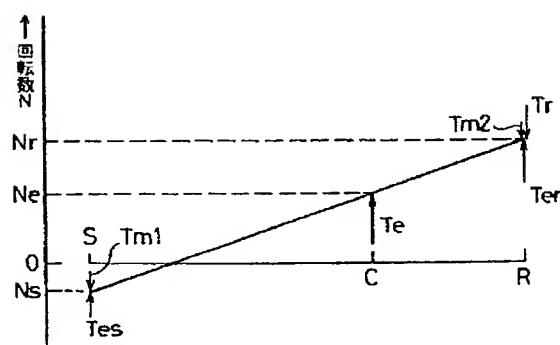
【図36】



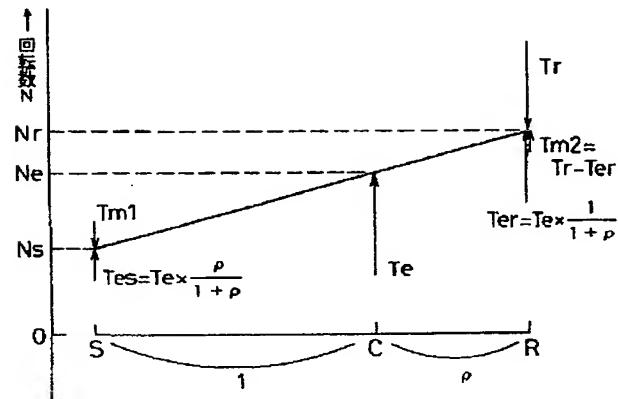
【図34】



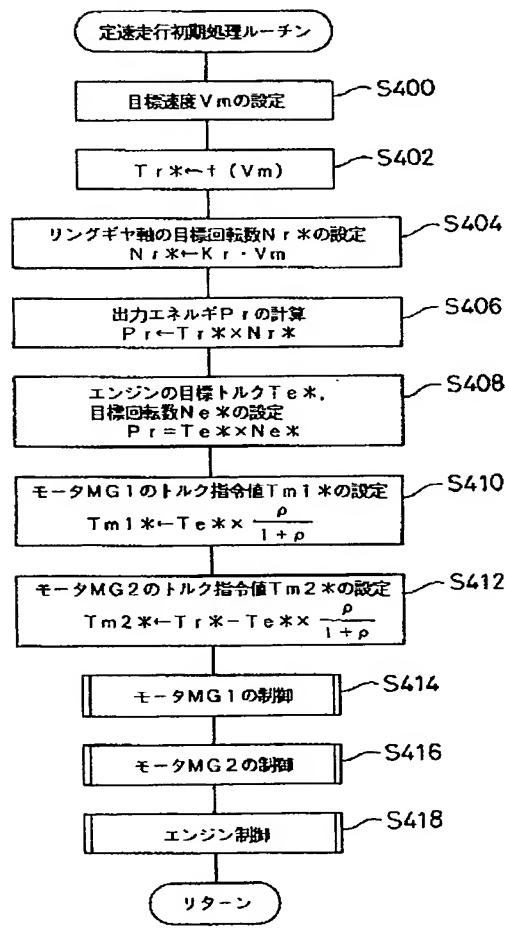
[図 38]



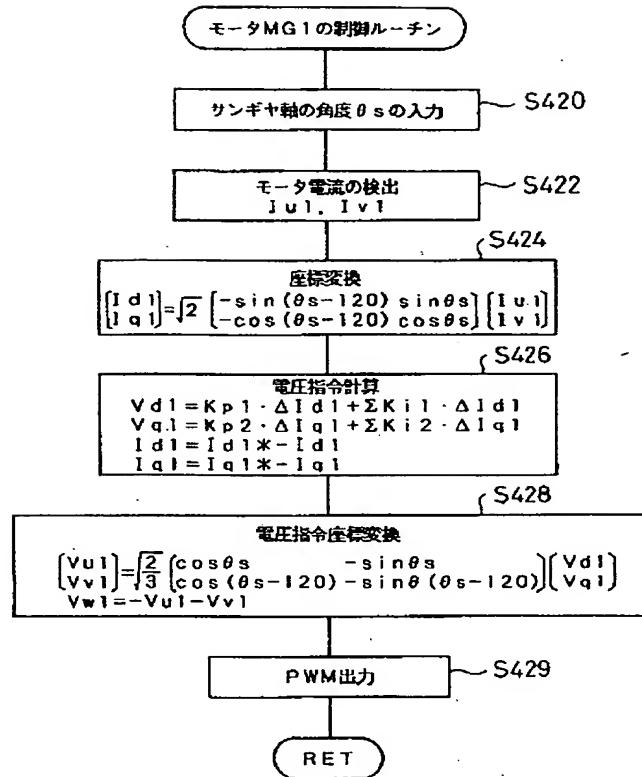
【図37】



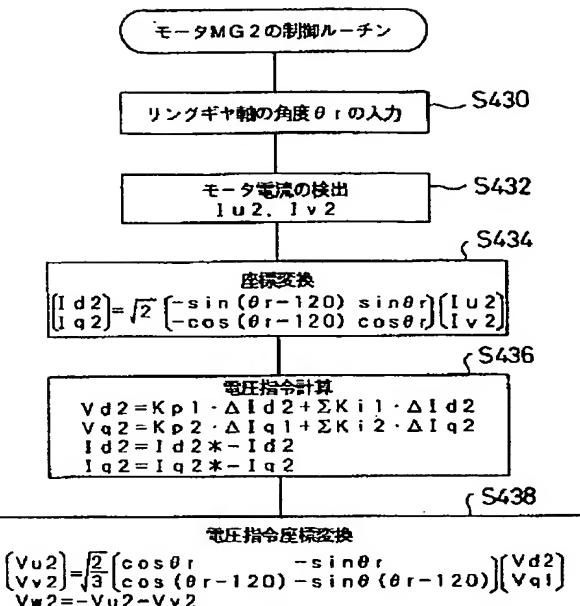
[図39]



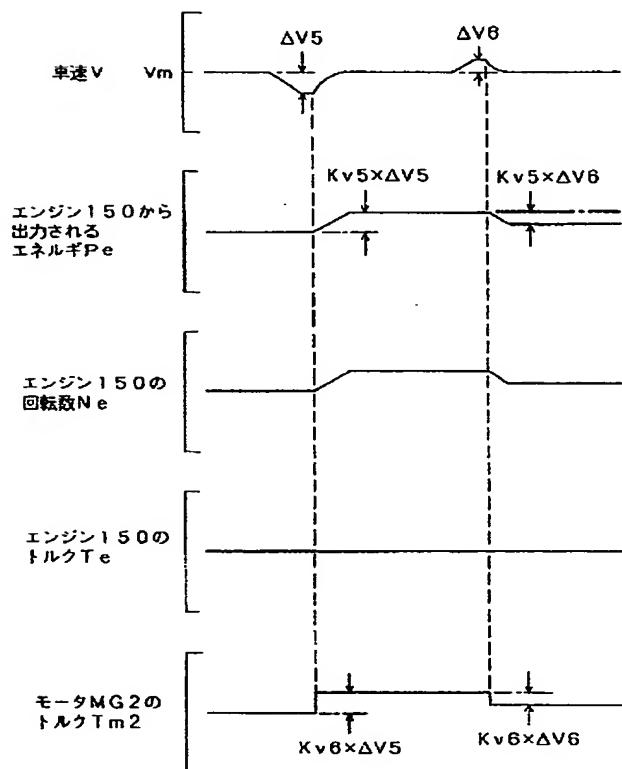
【図40】



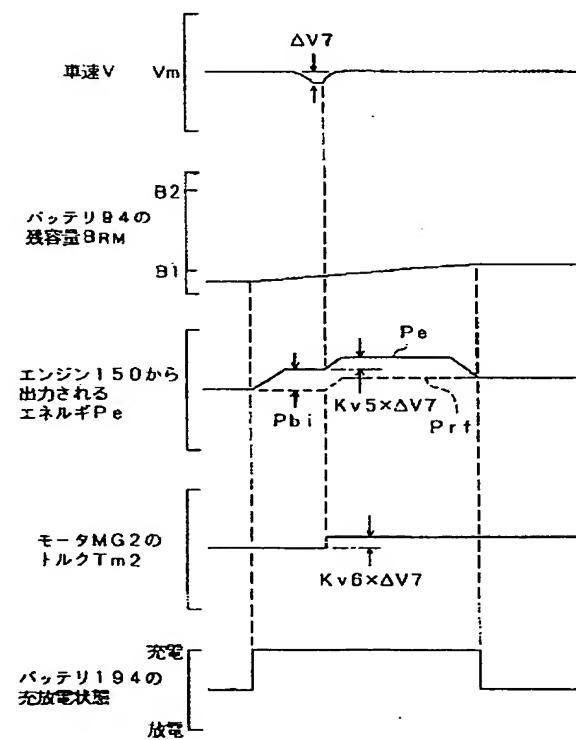
【図41】



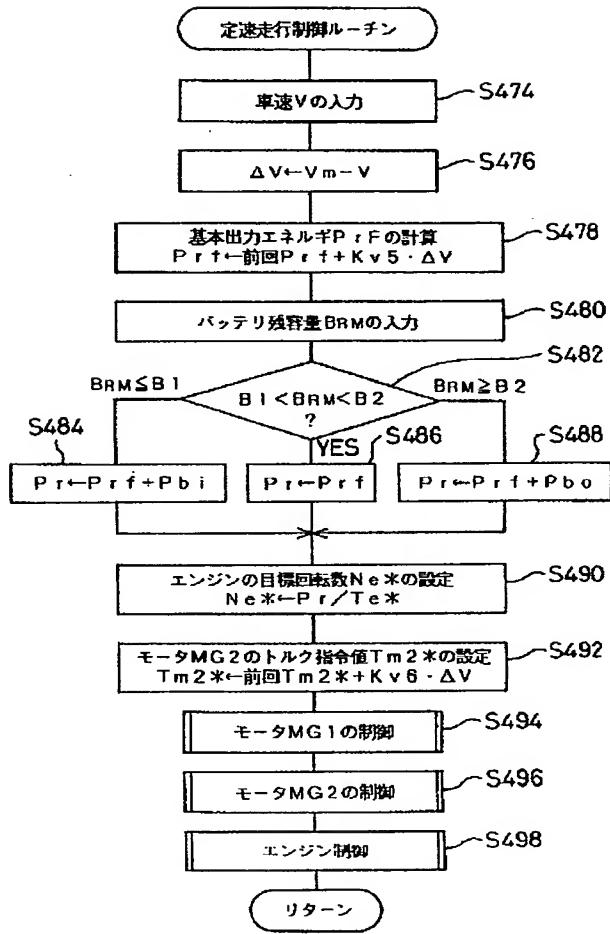
【図43】



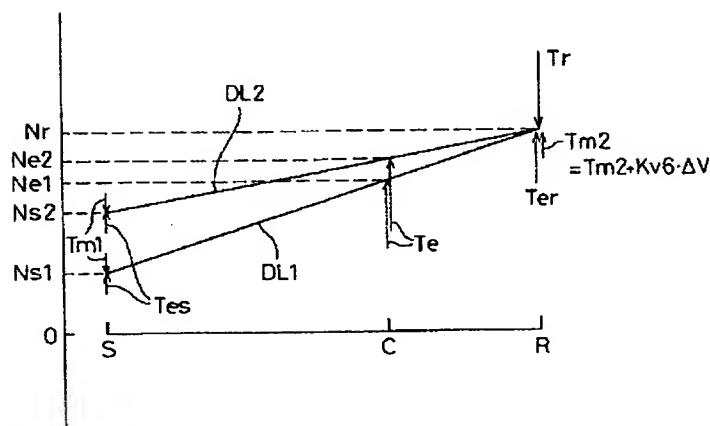
【図46】



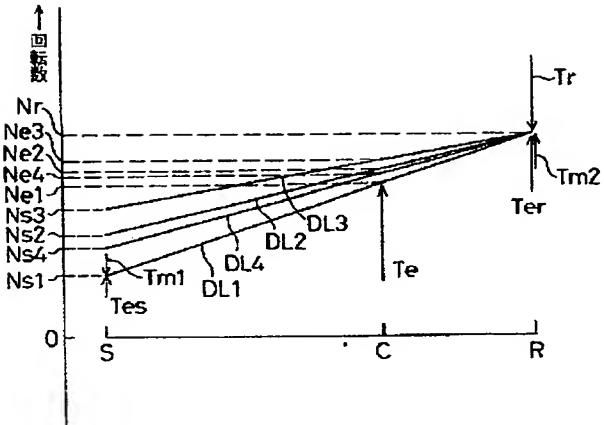
【図42】



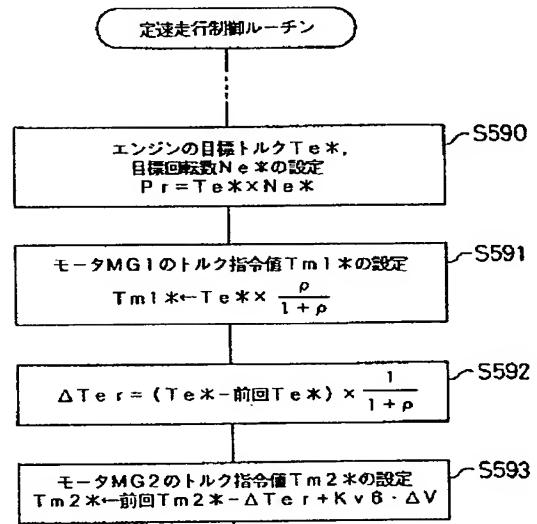
【図44】



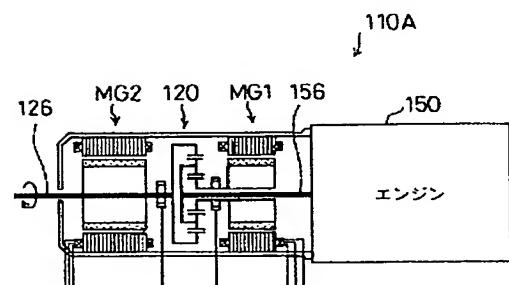
【図47】



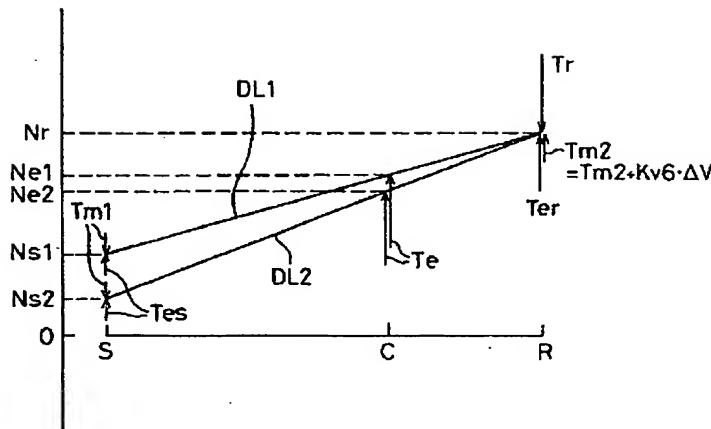
【図48】



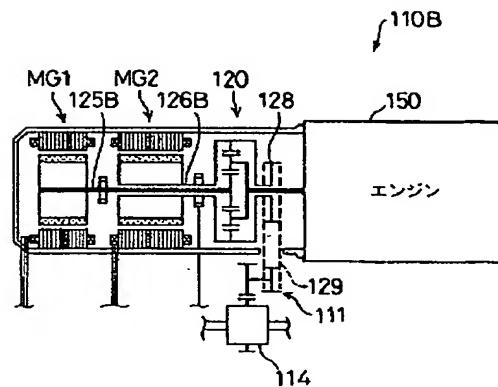
【図49】



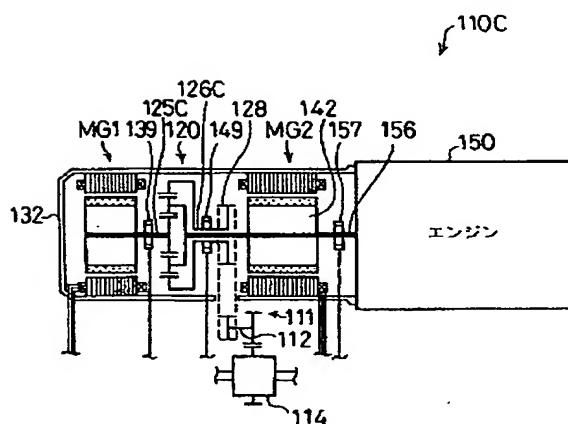
【図45】



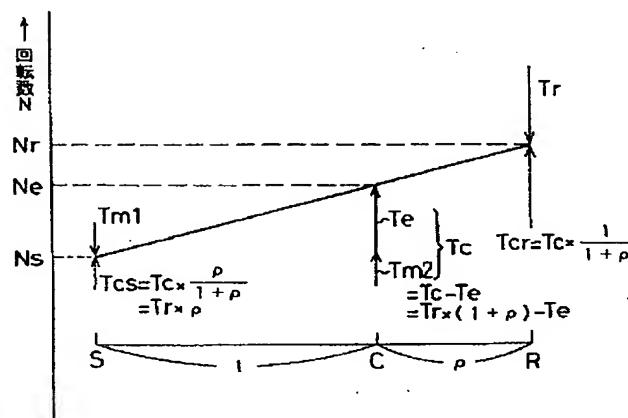
[図50]



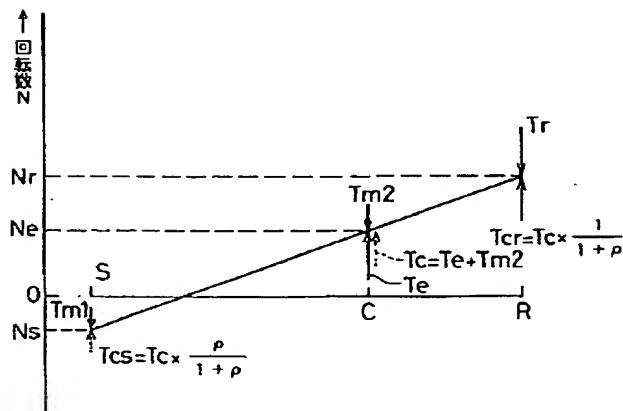
[図51]



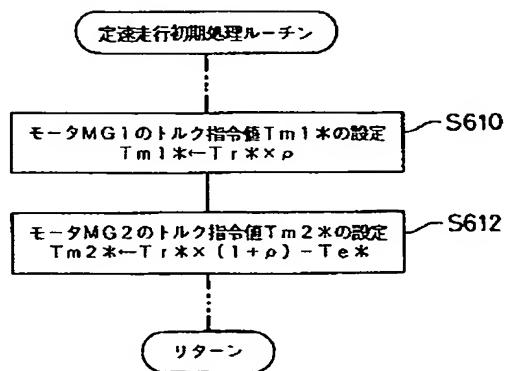
【図52】



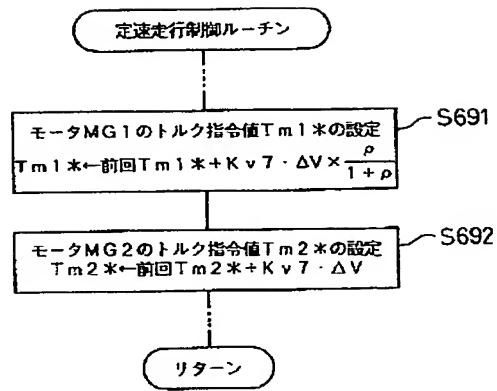
[図53]



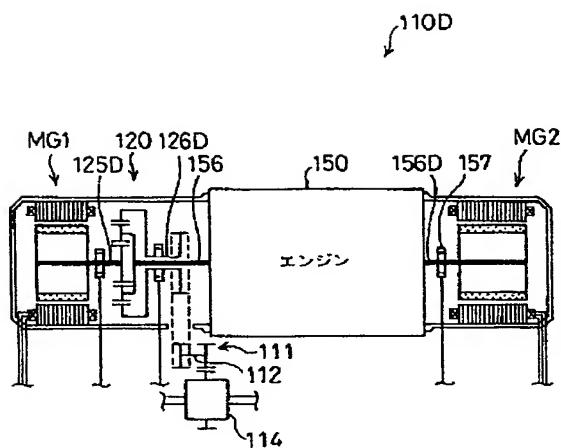
[図54]



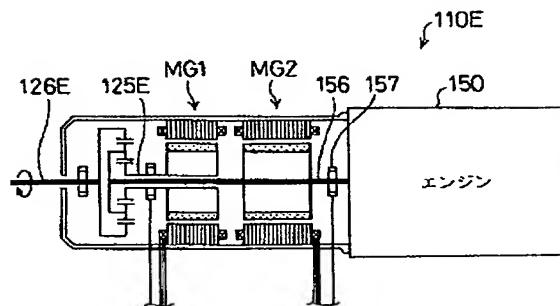
【図55】



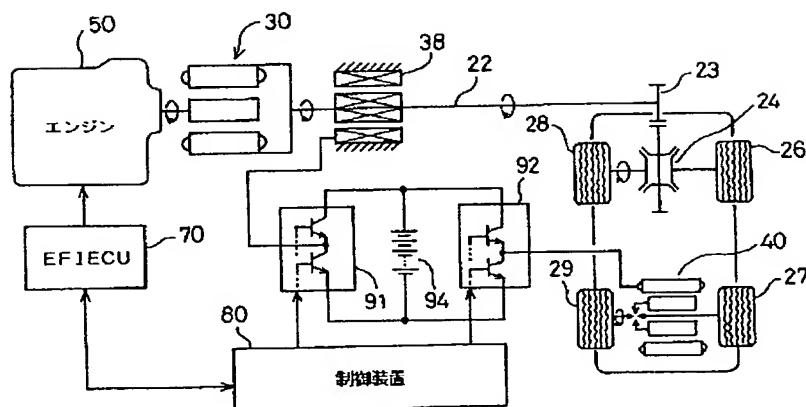
【図56】



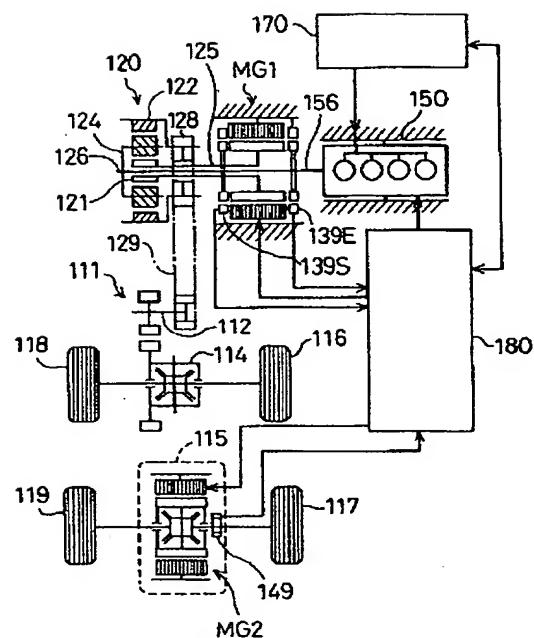
【図57】



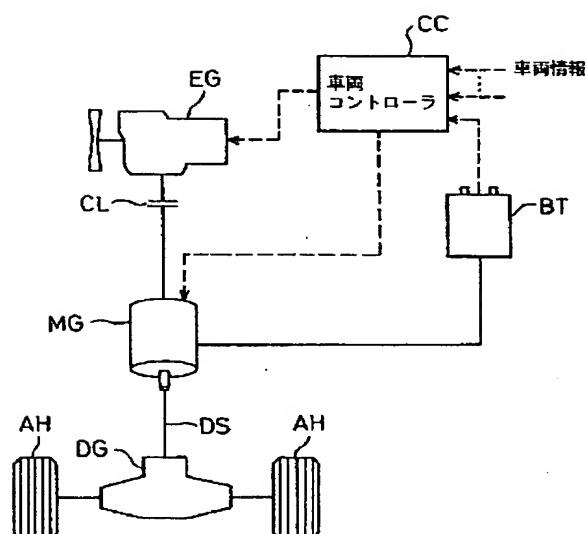
【図58】



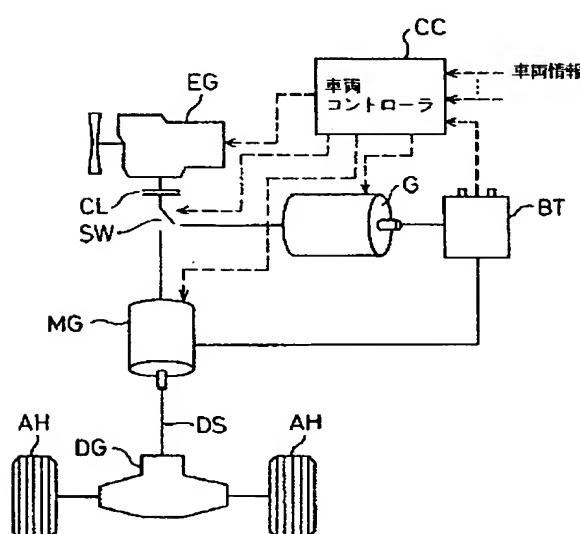
【図59】



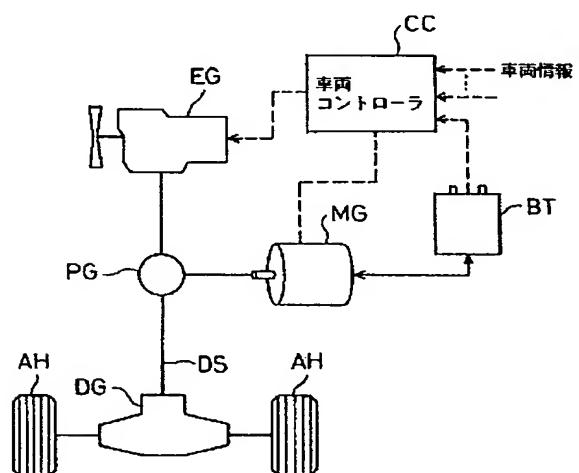
【図60】



【図61】



【図62】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6  
F 02 D 29/02識別記号 301  
庁内整理番号F I  
F 02 D 29/02技術表示箇所  
301C

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**